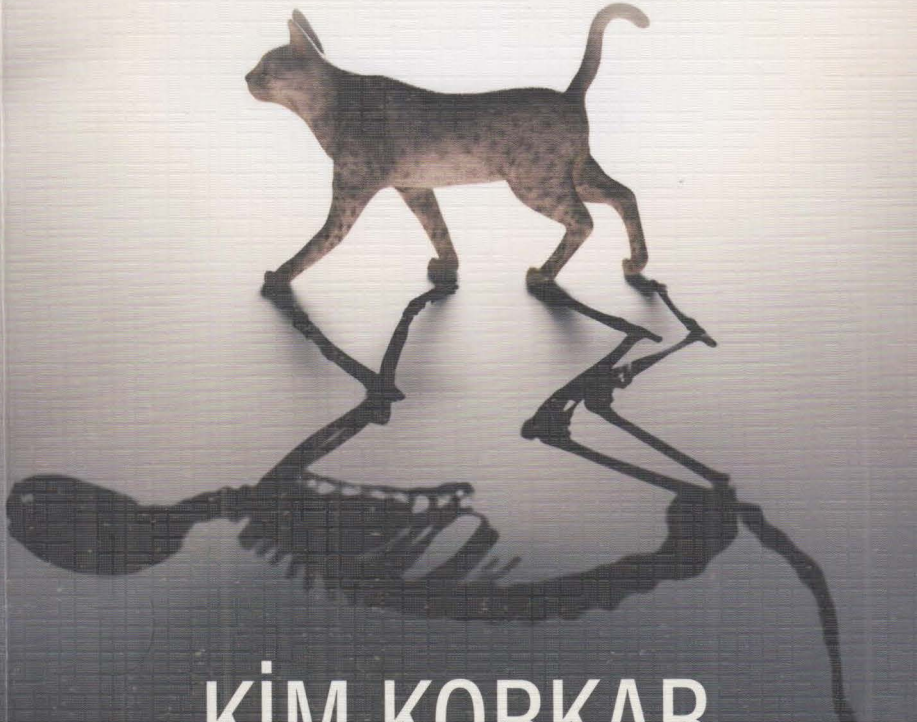
Ian Marshall & Danah Zohar



KİM KORKAR SCHRÖDINGER'İN KEDİSİNDEN?

A'dan Z'ye Yeni Bilimin Rehberi

AYRINTI
BİLİM

IAN MARSHALL

Kuantum Toplumu adlı meşhur kitabın yazarlarından; Oxford Ünivesitesi'nde dersler vermekte.

DANAH ZOHAR

1954'te Amerika'da doğdu. ABD'deki MIT Üniversitesi'nde Fizik ve Felsefe öğrenimi gördü. Lisans öğreniminden sonra Harvard Üniversitesi'nde Felsefe, Din ve Psikoloji okudu. Financial Times tarafından "dünyanın en büyük yönetim düşünürlerinden biri" olarak tanımlanan Danah Zohar, başta kuantum fiziği olmak üzere, bilimsel düşünceden hareketle kültür ve politika gibi insani ilişkileri provokatif bir biçimde tartışan önemli bir düşünür ve bilim insanıdır. Pek çok kitaba imza atan Danah Zohar, iyi bir yazar olmanın yanı sıra, aynı zamanda etkileyici bir hatiptir de. Dünya çapında organize edilen çeşitli forumlarda özellikle "liderlik" meselesi etrafında sunumlar yapmaktadır; bu sunumlardaki amacı gelecek açısından daha güvenilir ve istikrarlı hükümetlerin kurulmasına katkıda bulunmaktır.

Ayrıntı: 1451
Bilim: 14

Kim Korkar Schrödinger'in Kedisinden?
A'dan Z'ye Yeni Bilimin Rehberi
Ian Marshall & Danah Zohar

Kitabın Özgün Adı
Who's Afraid of Schrödinger's Cat?
An A - to - Z Guide to All the New Science

İngilizceden Çeviren
Orhan Düz

Yayıma Hazırlayan
İlbay Kahraman

Son Okuma
Sidar Acar

Bu kitabın Türkçe yayım hakları
Ayrıntı Yayınları'na aittir.

© Danah Zohar, 1997
No part of this book may be reproduced, in any form,
without written permission from the publisher.
Published by arrangement with Robin Straus Agency Inc. via AnatoliaLit Agency.

Kapak Resmi
Andrzej Wojcicki/Science Photo Library/Getty Images Turkey

Kapak Tasarımı
Gökçe Alper

Dizgi
Esin Tapan Yetiş

Baskı ve Cilt
Ali Laçin - Barış Matbaa-Mücellit
Davutpaşa Cad. Güven San. Sit. C Blok No. 286
Topkapı/Zeytinburnu - İstanbul - Tel. 0212 567 11 00
Sertifika No: 46277

Birinci Basım: 2020
Baskı Adedi 2000

ISBN 978-605-314-477-9
Sertifika No.. 10704

AYRINTI YAYINLARI
Basım Dağıtım San. ve Tic. A.Ş.
Hocapaşa Mah. Dervişler Sok. Dirikoçlar İş Hanı
No: 1 Kat: 5 Sirkeci – İstanbul
Tel.. (0212) 512 15 00 Faks: (0212) 512 15 11
www.ayrintiyayinlari.com.tr & info@ayrintiyayinlari.com.tr

twitter.com/ayrintiyayinevi facebook.com/ayrintiyayinevi instagram.com/ayrintiyayinlari

Ian Marshall & Danah Zohar

Kim Korkar Schrödinger'in Kedisinden?

A'dan Z'ye Yeni Bilimin Rehberi

AYRINTI

İçindekiler

Önsöz 11
Giriş 15
YENİ BİLİM VE YENİ DÜŞÜNCE 15

Yeni Bilimlerin Özeti

A. VARLIK TÜRLERİ 29
B. BİLİM VE DÜŞÜNCEDE DÜZEN 38
C. YENİ ZİHİN BİLİMLERİ 47
D. KOZMİK KUBBE 52

A'dan Z'ye Yeni Bilimin Rehberi

AÇIK SİSTEMLER 65
AKAN ZAMAN 67
ALGI 67
ANTROPİK İLKE 69
ANTİ MADDE 70
ARALIKLILIK 71
ASTRONOMİDE UZAKLIK ÖLÇÜMLERİ 72
ATOMCULUK 73
AVCI-AV 76
AYRIK BEYİN OLGULARI 77
BAĞLAMSALCILIK 79
BAĞLANTI SORUNU 81
BAĞLANTICILIK 83
BELL TEOREMİ 85
BELİRSİZLİK 88
BELİRİŞ 91
BEYİN İNCELEME METOTLARI 93

BOSE-EİNSTEİN YOĞUNLAŞMASI....94
BOZONLAR....96
BÜYÜK BİRLEŞİK TEOREMLER....96
BÜYÜK ÇEKEN....98
BÜYÜK PATLAMA....99
BİLGİSAYAR TABANLI PSİKOLOJİ....100
BİLGİ....102
BİLİŞSEL BİLİM....104
BİR BİLİNÇ BİLİMİNE DOĞRU....105
BİR KUANTUM AŞÜFTESİ....107
ÇEKENLER....109
CHURCH-TURİNG TEZİ....111
CRİCK HİPOTEZİ....113
ÇİN ODASI....114
DALGA FONKSİYONU VE SCHRÖDİNGER DENKLEMİ....116
DALGA/PARÇACIK İKİLİĞİ....119
DALGA FONKSİYONUNUN ÇÖKÜŞÜ....122
DARWİNCİ EVRİM....122
DAVRANIŞÇILIK....125
DENGE....128
DETERMİNİZM....129
DNA....131
DÜŞÜNME....134
DİKKAT....136
DİL....138
DİRİMSELCİLİK....141
DİSİPATİF YAPILAR....143
EŞEVRELİLİK....144
ELEKTROZAYIF KUVVET....144
ENTROPİ....146
EVRENDEKİ ZEKÂ....149
EVRE....151
EYLEMSİZ REFERANS SİSTEMLERİ....152
FAZ GEÇİŞLERİ....153
FELÂKET TEOREMİ....153
FERMİYONLAR VE BOZONLAR....155
FERMİYONLAR....156
FORMEL HESAPLAMA....157
FRAKTALLAR....160
FRÖHLİCH SİSTEMLERİ....165

GALAKSİLER....166
GAUGE ALANLARI....167
GAİA HİPOTEZİ....169
GENEL İZAFİYET....170
GENİŞLEYEN EVREN....172
GERİBİLDİRİM....173
GESTALT VE BİLİŞSEL PSİKOLOJİ....175
GÖDEL TEOREMİ....178
GÖRME ALGISI....181
GÖZLEMSEL ASTRONOMİ....183

HADRONLAR....185
HAFIZA....185
HAYAT OYUNU....187
HER ŞEYİN TEOREMLERİ....188
HEİSENBERG BELİRSİZLİK İLKESİ....190
HOLİZM....192

IŞIK HIZI....194
İŞLEVSELCİLİK....195
İKİZLER PARADOKSU....196
İNDİRGEMECİLİK....197
İNSAN GENOMU PROJESİ....199
İNSANCIL PSİKOLOJİ....202
İSTATİSTİKSEL MEKANİK....204
İZAFİYET VE İZAFİYETÇİLİK....205
İZAFİYETÇİ KOZMOLOJİ....207

KAOS SINIRI....209
KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON....210
KARA DELİKLER....212
KARA KUTU....213
KARANLIK MADDE....214
KARMAŞIKLIK....215
KATILIMCI EVREN....218
KELEBEK ETKİSİ....220
KOKU ALGISI....222
KÖR GÖRÜŞ....223
KOZMOLOJİK İLKE....224
KOZMOLOJİ....225
KOZMİK ARKA ALAN RADYASYONU....225
KUANTUM....227
KUANTUM ALAN TEOREMİ....229
KUANTUM ELEKTRODİNAMİĞİ....231

KUANTUM FİZİĞİ 233
KUANTUM KÜTLE ÇEKİMİ 237
KUANTUM MEKANİĞİNDE GERÇEKLİK VE İMKÂN 239
KUANTUM MEKANİĞİNDE ÖZDEŞLİK 242
KUANTUM MEKANİĞİNDE İLİŞKİSEL HOLİZM 243
KUANTUM RENK DİNAMİĞİ 244
KUANTUM TÜNELLEMESİ 245
KUANTUM VAKUMU 247
KUARKLAR 249
KUASARLAR 250
KUSURSUZ KOZMOLOJİK İLKE 250
KİMYASAL ÇEŞİTLİLİK 251
KİMYASAL ORGANİZASYON 252
LAMARCKÇILIK 253
LAZERLER 255
LEPTONLAR 256
LİNEER OLMAMA 257
MANDELBROT KÜMESİ 259
MEDİTASYON 260
MEZONLAR 261
MUTLAK SIFIR 262
MİKRODALGA ARKAALANDA BURUŞUKLUKLAR 263
NANOBİYOLOJİ 265
NEDENSELLİK 266
NÖRONLAR 268
NÖTRON YILDIZLARI 271
NÖTRİNOLAR 272
OLBERS PARADOKSU 273
ÖLÇÜM SORUNU 274
OLUŞ 277
ÖRTÜK DÜZEN 279
OYUNLAR TEOREMİ 281
ÖZ-ENERJİ 283
ÖZ-ÜRETKEN SİSTEMLER 284
ÖZEL İZAFİYET 284
PENROSE VE HESAPLANAMAZLIK 288
PERSPEKTİF VE ETKİLEŞİM 289
PLANCK SABİTİ 290
PLANCK SÜRESİ 291
PLAZMA 293

PSİKODİNAMİK VE PSİKOTERAPİ 294
PSİKİYATRİ 297
RENK NEDİR? 299
REZONANS 300
SAÇAKLI MANTIK 302
SAMANYOLU 303
SANAL GEÇİŞLER 305
SANAL PARÇACIKLAR 307
SERİ İŞLEM 309
SOLİTONLAR 309
SOSYOBİYOLOJİ 310
SOĞUK FÜZYON 311
SPİN VE İSTATİSTİK 313
STANDART MODEL 314
SÜPER KÜTLE ÇEKİMİ 316
SÜPER İLETKENLER 317
SÜPERNOVALAR 318
SÜPERPOZİSYONLAR 319
SÜPERSIVILAR 320
SÜPERSTRİNGLER 322
SÜPERSİMETRİ 324
SÜREÇ 325
SÜREKLİ SİMETRİLER 326
SİBERNETİK 329
SİMETRİ 331
SİMETRİNİN BOZULMASI 331
SİNİRBİLİM 333
SİNİRSEL DARWİNİZM 335
SİNİRSEL ŞEBEKELER 337
SİNİRSEL MODÜLLER 339
SİSTEMLER TEOREMİ 340
ŞİŞME TEOREMİ 343
TAKYONLAR 345
TAMAMLAYICILIK 346
TEKRARLAMA 348
TELEOLOJİ 349
TERMODİNAMİK 351
TERMODİNAMİĞİN BİRİNCİ YASASI 353
TERMODİNAMİĞİN İKİNCİ YASASI 354
TÖZ MESELESİ 356

TRANSPERSONEL PSİKOLOJİ 357
TURİNG MAKİNELERİ 360
TURİNG TESTİ 362
TVİSTORLAR 363
ÜÇ-CİSİM PROBLEMİ 365
UZAYSAL ZAMAN 367
UZMAN SİSTEMLER 368
YAPAY HAYAT 369
YAPAY ZEKÂ 370
YAPI KOPYALAYAN MAKİNELER 371
YAPISALCILIK 372
YEREL OLMAMA 373
YEZ SİMETRİSİ 375
YILDIZLAR 376
YİRMİNCİ YÜZYILDA PSİKOLOJİ 378
ZAMAN OKU 381
ZAMANDA YOLCULUK 383
ZAMAN 385
ZİHİN-BEDEN SORUNU 385
ZİHİNLE İLGİLİ KAOS TEOREMLERİ 388
ZİHİNLE İLGİLİ KUANTUM TEOREMLERİ 389
Dizin 393

Önsöz

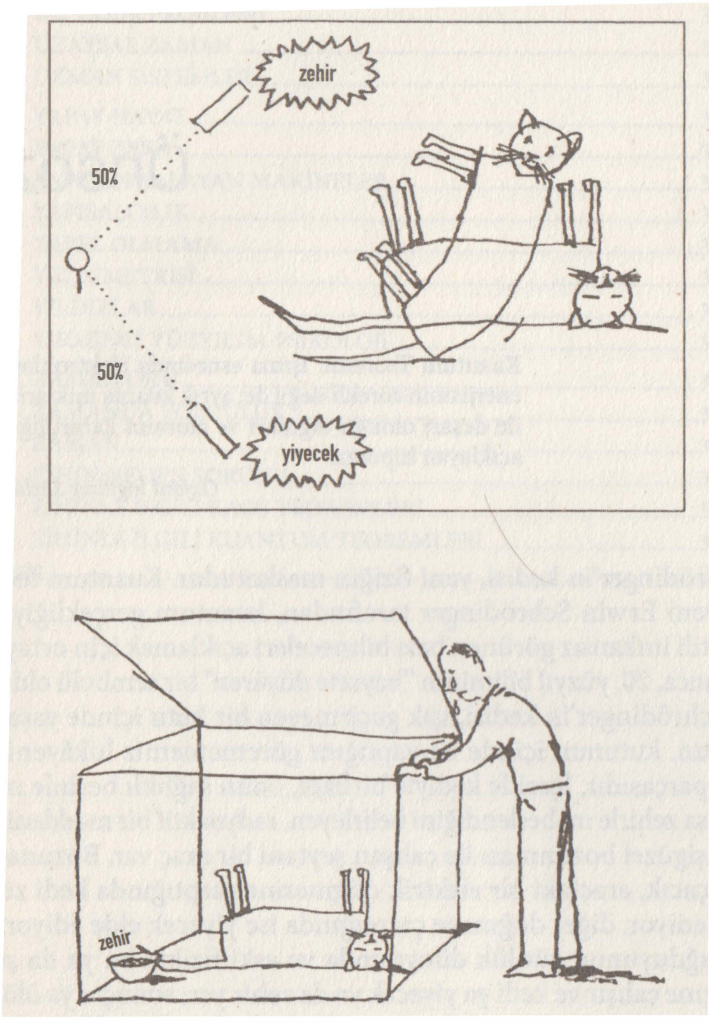
> Kuantum Teoremi: Işıma esnasında elektronların enerjisinin sürekli değil de, ayrık kuanta miktarları ile deşarj olduğu olguları ve atomun kararlılığını açıklayan hipotez.
>
> *Oxford İngilizce Sözlüğü*

Schrödinger'in kedisi, yeni fiziğin maskotudur. Kuantum teorisyeni Erwin Schrödinger tarafından, kuantum gerçekliğiyle ilintili imkansız görünen bazı bilmeceleri açıklamak için ortaya atılınca, 20. yüzyıl biliminin "hayrete düşüren" bir sembolü oldu.

Schrödinger'in kedisi, ışık geçirmeyen bir kutu içinde yaşar. Onun, kutunun içinde ne yaptığını görememeniz hikâyenin bir parçasıdır. İçeride kediyle birlikte, onun sağlıklı besinle mi yoksa zehirle mi beslendiğini belirleyen, radyoaktif bir maddenin gelişigüzel bozunması ile çalışan şeytani bir araç var. Bozunan parçacık, araçtaki bir elektrik düğmesine çarptığında kedi zehirleniyor, diğer düğmeye çarptığında ise yiyecek elde ediyor.

Sağduyunun günlük dünyasında ve eski fizikte bu ya da şu düğme çalışır ve kedi ya yiyecek ya da zehir yer; sonuçta ya ölür ya da canlı kalır. Fakat Schrödinger'in kedisi kuantum kedisidir; bu yüzden işler onun için böyle yürümez. Kuantum dünyasında, tüm ihtimaller –hatta doğal olarak çelişenler bile– bir arada var olur ve kendine özgü bir gerçekliğe sahiptir. Bu bir arada olabilen kuantum ihtimalleri, Schrödinger'in kedisinin aynı anda hem zehirle hem de yiyecekle beslenmesini mümkün kılmaktadır.

Sonuçta o, aynı anda hem ölü hem de canlıdır. Her iki ihtimal de birlikte var olur.



Elbette bizler, canlı/ölü kediler görmeyiz asla ve Schrödinger'in kedisini her iki durumda birden asla yakalayamayız. Ona bakmak için kutuyu açtığımızda, onun ya ölü ya da canlı olduğunu görürüz. Ama onu kurtaran veya kaybettiren bizim bakışımızdır.

Gözlemci, gözlemlediği şeyin bir parçasıdır; gözlem şeyleri değiştirir ve gözlemin dünyası, bir ya/ya da dünyasıdır.

Bu tuhaf kedi hikayesinde, bu kitabın seslendirdiği daha büyük bir hikâyenin, sağduyunun gündelik dünyasının içinde ve ötesinde olan dünyaların hikâyesinin, bu dünyaları inceleyen yeni bilimin ve bu bilimi yapmak için gerekli olan yeni düşünce biçimlerinin ana hatlarını görürüz.

Ayrıca bu; kendimize yeni bakış açılarının, zihni anlamanın, onun yetilerini ve olguların büyük şeması içinde insani yerimize dair yeni kavrayış şekillerinin hikâyesidir. Hatta ortak kanıyı nasıl değiştirmemiz gerektiğinin bile hikâyesi olabilir bu.

Giriş

YENİ BİLİM VE YENİ DÜŞÜNCE

Kuantum fiziğinin kurucu babalarından olan Niels Bohr'dan, sık sık yeni bilim hakkında dinleyicileri yatıştıran konuşmalar yapması istenirdi. Sözlerine bir hikâye anlatarak başlardı; o da. Haham olmak üzere eğitim alan genç bir öğrenci, çok meşhur bir hahamdan üç ders alır. Sonra bunları arkadaşlarına anlatır. İlk ders, der, çok iyiydi; her şeyi anlamıştı. İkinci ders, ondan çok daha iyiydi; öğrenci dersi anlamamıştı ama haham anlamıştı. Ne var ki üçüncü ders içlerinden en iyi olanıydı, çok derin ve çok ince bir dersti; o kadar iyiydi ki haham bile dersi anlamamıştı.

Bohr da bu hikâyedeki haham gibi oluşmasına katkıda bulunduğu bilimi hiçbir zaman anlamamıştı. Kuantum fiziğini bile sevmeyen Einstein da öyle. Onun tamamen kuramsallaştırılmasından itibaren yaklaşık yetmiş yıl ve sonra "tuhaf" kaos ve karmaşıklık bilimleriyle birleştirilmesinin üstünden epey zaman geçmiş olmasına rağmen bugün bile pek çok bilim adamı yeni fiziğin merkezi kavramlarını –onun belirsizliğini, lineer olmamasını ve nedensizliğini; fraktallarını ve dalga/parçacık ikiliğini ve aynı anda hem ölü hem de diri olan kedilerini– kabullenmekte zorluk çekmektedir. Bu alanın yabancısı olanlar; 20. yüzyıl biliminin eski bilimden esas itibariyle ne derece farklı olduğundan, kendi yaşam ve düşünme biçimlerinin bu farka

dayandığı hususlarından habersiz oldukları için affedilebilirler. Bilim, genelde insan düşüncesinde gerçekleşen büyük değişimlerin habercisidir. Genelde belirsiz ve kesin olmayan daha geniş kültürel kaymalardan esin alır ve onları hayli odaklı, katı ve açık bir dile; güçlü metaforlar ve imgelere dönüştürür.

20. yüzyıl bilimi radikal şekilde yeni bir düşünme biçimi ile yürümektedir. Yeni kavramlar, yeni kategoriler, fiziksel ve biyolojik gerçekliğin bütünüyle yeni bir vizyonu, eski asırlarda bilimin savunduğu neredeyse her şeyden keskin bir kopuşu işaret etmektedir. Bu yeni düşünceye geçiş öylesine esaslı ve beklenmedik olmuştur ki o; belki de yeni bir bilimsel metot için ikinci bir bilimsel devrimi oluşturmaktadır.

Bu kitabın bir amacı, yeni bilimsel düşünceyi sunmak, onun neresinin yeni olduğunu açıklamak ve ondan doğan başlıca fikirlerin uygun bir taslağını çıkarmaktır. İzafiyet teoremi ve kuantum teoremi nedir? Onların ana kavramları nedir; ortak noktaları nelerdir? Kaos ve karmaşıklık teoremleriyle paylaştıkları hususlar nelerdir? Yeni zihin bilimi, yeni biyoloji, yeni kozmoloji nedir? Tüm bunlar ne çeşit bir yeni doğa görüşü taşımaktadır?

Bu kitabın daha büyük bir amacı daha vardır: Bu yeni bilimsel düşünceler içinde, zengin bir dil, metafor ve çağrışım hâzinesinin, gündelik hayatın dünyası içinde heyecan verici uygulamalarıyla tamamen yeni bir imgeler kümesi bulunduğunu göstermek. O, bilimsel düşüncelerin hayal gücünü nasıl ateşlediğini ve yeni bilimin kişisel, düşünsel, sanatsal ve iş hayatlarımızın pek çok alanlarında yeni düşünme biçimi için güçlü bir model olabileceğini açığa vurmaktadır.

Bizler, hepimiz, yeni bilimsel düşünceyle kuşatılmış durumdayız. Basındaki makaleler, televizyon programları, konferanslardaki referanslar, hatta akşam yemeklerinin sohbet konuları bile kaos, kelebek etkisi, felaket teoremi, kuantum sıçrayışları ve Heisenberg Belirsizlik İlkesi gibi yeni kavramları devamlı gündeme getirmektedir. Bu yeni bilimsel düşüncenin düşüncemizi aydınlatan yeni bir "paradigma" veya "dünya görüşü" ileri sürdüğü söylenir sık sık bizlere. Yine de en temel bilimsel donanıma sahip ortalama bir insan, genelde bunun kendisini aştığını veya "çok zekâ istediğini" düşünür. Çokları için bu, yabancı bir ülkede yabancı bir dille yazılmış dükkân tabelâlarını

okumak gibidir. Çabalamamaya yönelik eğilim güçlüdür ama yine de çoğu kimse, bilimden habersiz olmanın veya yürürlükteki büyük değişimlerden habersiz kalmanın kişiyi önemli ve yeni bir perspektiften mahrum bırakacağını düşünmektedir.

Bu yeni bilimi ve onun kavramlarının hayatımızla ne şekilde ilişkili olduğunu anlamak istiyorsak kendimizi yetiştirmeliyiz. Bir "yeni bilim"in var olduğunu, onun eskisinden farklı yanlarını ve bu farklılıkların niçin önemli olduğunu bilmemiz gerekiyor. Eski bilimin düşünme biçimimizi etkilediği noktaları onaylamalıyız ve yeni bilimin kendimize ve ilişkilerimize, işlerimize, yönetim tekniklerimize, zihin ve organizasyon teoremlerimize, küresel politik ve ekonomik eğilimlere, insan olmanın anlamına ve varlıkların büyük şeması içindeki yerimize tamamen yeni bir bakış açısı sunduğunu görmeliyiz.

Pek çok popüler kitap, popüler kitaplar okuyan okuyuculara yeni bilimin kimi alanlarını –kuantum mekaniği, yeni biyoloji veya "Gaia"[1]– sunmaktadır. Ama çoğu okuyucuların itirazlarıyla karşılaşmaktadır: "Benim gerçekte ihtiyaç duyduğum şey tüm yeni bilim için bir 'geri zekâlı rehberi'dir. Bu kitap bu tür bir rehber olma çabasındadır, sadece bilmek isteyenler için."

"Eski" Bilim

Bilimsel devrim –ilk bilimsel devrim diye adlandırdığımız olgu– dünyanın güneşin etrafında döndüğünü bulan Kopernik ve Galileo'nun, gezegenlerin hareket yasalarını geliştiren Johannes Kepler'in ve eski bilimsel metodun çerçevesini çizen Francis Bacon'un çalışmalarıyla 15. ve 16. yüzyılda başlamıştı. Fakat Isaac Newton'un 1687'de *Principia*[2] adlı kitabını yayımlaması fiziksel dünyaya dair düşüncede gerçek bir devrimin gerçekleşeceğini işaret ediyordu. Newton'un üç hareket yasası bilimsel bir görüşe doğru ilk adımları içeriyordu ve daha sonra iki asır bilimsel düşüncede hâkimiyet kuracak yeni klasik mekaniğin temellerini atıyordu.

---

1. Gaia teorisi: İsmini bir Yunan tanrıçasından alır ve dünyanın yaşanabilir ısısı, solunabilir havası ve asitsiz sularının yaşamın gelişimi ve metabolizması tarafından üretilip düzenlendiğini savunur. Gaia teorisine göre tüm canlılar hava, okyanuslar, tatlı sular ve dünyadaki tüm akışkanlar aracılığıyla fiziksel olarak birbirine bağlıdır. (y.h.n.)
2. Isaac Newton, *Principa*, İdea Yayınevi, İstanbul, 2011, 1.Basım, s.144.

Klasik veya "Newton" fiziği, kendinden önce gelen bilimsel düşünceden keskin bir şekilde farklılık arz eden bir dizi ilkeye sahipti. Felsefe ve din, kendi doğrularını tefekkür veya vahye dayandırmıştı; Newton fiziği ise gözleme dayanıyordu. Dünyanın, birkaç basit yasaya ve ilkeye veya temel bileşene indirgenerek analiz edilebilecek pek çok gözlemsel bilgiyi içerdiği düşünülüyordu. Yasalar ve ilkeler, deneylerle test edilebilen tahminler kümesi ve her şeyi kuşatan genel teoremler için temel oluşturdu. Deneyler, sistemleri çevrelerinden ayrı olarak gören, onları basit parçalara bölerek ve bu parçaların işleyişine bakarak sistemin gelecekte alacağı şekli tahmin eden yeni bir bilimsel metotla sıkı bir şekilde uyumlu olarak yürütülüyordu.

Basitlik, belirlenimsellik ve tahmin edilebilirlik, Newtoncu yaklaşımın köşe taşlarıydı. Verili bir konumdan veya durumdan başlayan ve üzerinde verili bir kuvvetin etkili olduğu bir sistem veya nesne her zaman tamamen aynı tarzda davranır. Sebep ve sonuç üstün bir hâkimiyete sahiptir ve bir cisim üzerinde etkili olan kuvvetle (sebep) o cismin başlangıçtaki seyrinden sapması (sonuç) arasında her zaman lineer bir ilişki vardır.

Newton fiziği ayrıca batı kültüründe 2.000 yıl hüküm süren düalizmi de doğurmuştur. Yunan felsefesinde Platon, düşünme ile deneyimi birbirinden ayırmıştı. Daha sonra Hıristiyan Kilisesi insanla Tanrı, beden ile ruh arasındaki bir düalizmi vurguladı. 17. yüzyıl filozofu René Descartes, zihin ile beden arasındaki keskin bir ayrımı vurguladı. Aynı damardan beslenen Newtoncu bilim adamları gözlem ile gözlemlenen şey arasındaki ayrımı öne çıkardılar. Bilim adamları kendilerini verilerden ayırdılar; tıpkı verileri de bulundukları çevreden ayırmaları gibi. Ayrık gözlem, nesnelliğin yeni ölçütü oldu. Bilim adamı sıfatıyla bilim adamı, dâhil olmanın üstünde gözlemlediği her şeyden kendini ayırdı; fiziksel dünyayı fildişi kuleden seyretti.

Newtoncu Dünya Görüşü

Newton'un basit şemasının bariz gücü ve güzelliği, onun gerçeklik ve deneye bakışındaki köklü farklılık nedeniyle Newtoncu bilim, fiziğin dünyasını çok aşarak yaygın kültürü hemen etkiledi. Değerleri, metodolojisi, ruhu ve ürettiği çok yeni teknolojisi tüm batı tasavvuru üzerinde nüfuzunu sürdürdü. Bilim batı

medeniyetinin yaratıcı odak noktası olarak Hıristiyanlık dininin yerini büyük ölçüde aldı.

John Locke'un bireyselciliği, Adam Smith'in öz-çıkar ekonomisi, Karl Marx'ın determinist tarih yasası, kör bir evrimci mücadeleye dayanan Charles Darwin'in indirgemeci biyolojisi ve Sigmund Freud'un karanlık ruhunun fırtınalı kuvvetleri, bunların tümü; bir ölçüde Newtoncu fizik kuramından esinlenmişti. Ekonomi, siyaset, sosyoloji ve psikolojideki sayısız diğer düşünürler kendi teoremlerini ifade ederken Newton'u bir model olarak benimsediler. Yeni kuvvet kavramı, bütünün birkaç basit ve ayrı parçalara (ATOMCULUK ve İNDİRGEMECİLİK) indirgenmesi ve olayların katı sebep ve sonuç yasalarıyla belirlenmesi (DETERMİNİZM), insanların onlarla deneyimlerini değerlendirdiği merkezi imgeler ve kategoriler sağladı. Onlar kendilerini, birbirlerine sadece kuvvet veya etkiyle bağlı, ayrı, izole adalar olarak görüyorlardı. Davranışları genelde biyoloji, zemin veya şartlanmayla belirlenmişti. Newton'un evreni devasa bir makine diye tarif etmesi ve makinenin yeni endüstriyel devrimdeki rolü, insanların ve organizasyonların çalışma tarzı için baskın bir metafor olarak mekanizmi doğurdu ve bu tasavvurlar hayatın neredeyse tüm alanlarında söylem ve düşünceyi etkiledi.

Mimaride Le Corbusier, yeni somut yüksek bloklarını "yaşam makineleri" diye adlandırdı. Siyasette, yönetim ve iktidar mekanizmasının çarkları ve tekerlerinden söz ediyoruz hâlâ. Psikolojide, çoğu kimse benliğin, determinist kuvvetlerin –cinsellik, saldırı, yaşam güdüsü, ölme isteği– itim ve çekimleriyle yönetildiğini düşünmektedir. Sporda usta bir atleti iyi yağlanmış bir makineye; kötü bir atleti ise tek silindirliye benzetiriz. İş alanında Frederick W. Taylor'un bilimsel yönetimi, hızlı ve verimli çalışma, iş bölümü ve uzman –gözlemlediği şeyden ayrı duran gözlemci– yetiştirmenin teşvik edilmesi üzerinde vurguda bulunarak Newton mekaniğini iş yerlerine soktu. Düşünsel hayatın oldukça özelleşmiş uzmanlık alanlarına bölünmesi, verilerin izolasyonu ve onların ayrı parçalar veya olgular olarak analizini esas alan bilimsel metoda göre modellendirilir. Hatta kişisel hayatımızda bile, bir ilişkinin dinamiğinden veya bir durumun işleyişinden bahsederiz ve kendimizi yeni hesap makinelerinin diliyle ifade ederiz. Bizler başarı veya başarısız-

lığa programlanmış "zihin makineleri"yiz; kapanır ve açılırız, sigortalarımızı attırırız.

Bu imgeler, benzetmeler ve metaforlar deneyimimizi odaklamaya, dile getirmeye yardım eder ve onu tutarlı bir birliğe bağlar. Onlar kendi başına düşünce değildir; aksine düşüncenin dayandığı temeldir. Mekanikçi imgeler, mekanikçi bir dünya görüşü –fiziksel dünya ve insani olaylar ve olguların nasıl yapılandığına ilişkin bir manzara–, insanların onlarla kendilerini ve deneyimlerini anladıkları bir kategoriler dizgesi doğurdu. Bu dünya görüşü, 17. yüzyıldan 20. yüzyıla kadar baskınlığını sürdürdü. Endüstriyel devrimin teknolojik ilerlemesine imkân sağladı ve bu, filizlenen batı bireyciliği ve serbest teşebbüs ekonomisiyle uyuşuyordu. Modern tıbbın mucizeler yaratmasına imkân sağladı ve insanları cahillik ve batıl inançtan kurtaran bir çeşit eleştirel ve deneysel düşünceye yol açtı. Ne var ki atomcu, indirgemeci ve mekanikçi düşünme biçiminin insan hayatının tüm alanlarına ve deneyimlerine yayılması şimdilerde sorgulamaya başladığımız bazı sonuçlar da doğurmuştur.

Yeni Düşünce İhtiyacı

Bilimsel metotta esas adım, bir teorem oluşturmaktır. Bilim adamı, verileri gözlemler ve onları, gözlemlediği şeyi açıklayacak kapsamlı bir çerçeve haline getirmeye çalışır. Sonra teorem deneyle test edilir ve eğer onaylanırsa sonraki gözlemlerin alacağı şekli tahmin etmede veya belli koşullara verilecek tepkileri belirlemede kullanılır.

Örneğin; sıtmanın sebebini araştıran bilim adamları, bu hastalığa yakalananların birbirlerine yakın yaşadıklarını veya yakın zamanda bir bataklığa uğradıklarını bulgulamışlardır. Bu gözlemler, sisli havanın içinde bulunan bir şeyin solunması sonucunda hastalığın peydahlandığı teoremini doğurmuştur. Önleyici tedbirler, kirli havadan uzak durma üzerinde odaklandı böylece. Teorem bataklıklardan uzak duran bazı kimselerin hayatını kurtardı ama "kötü hava"yı soluyan herkes hasta olmadı ve ondan uzak duran herkes de güvende değildi. Zamanla, haşaratın yol açtığı hastalık ve sivrisineklerin üreme ve beslenme alışkanlıkları daha iyi anlaşıldı ve kötü hava teoremi terk edilip

sıtmanın sivrisinek ısırmasından kaynaklandığını savunan yeni bir teorem desteklendi.

Dünya görüşleri, bilimsel teoremler gibi bilgimizi ve deneyimimizi anlamlı kılar. Teoremler deneyle test edilir, bir dünya görüşü ise deneyimle. O, sorunlarımızı çözüyor mu ve ortaya çıkan meydan okumalarla etkin bir şekilde başa çıkmada bize yardım ediyor mu? O, bildiğimiz olgulara uyuyor mu? Diğerlerinin davranışını anlamlı kılıyor mu ve kendi hayatımızda anlam buluyor mu? Bu soruların cevapları olumsuz olduğunda, dünya görüşü yetersizdir ve bu durumda yeni ve daha iyi bir bakış açısı aramaya başlarız.

1880'lerde, Alman filozof Friedrich Nietzcshe "Tanrı öldü" dediği kitabı, *Böyle Söyledi Zerdüşt*'ü[3] yazıyordu. O, semadaki eski varlığın veya aslında dinin öldüğünü kast etmiyordu; topyekûn kültür dizgemizin anlamsızlaştığını kastediyordu. Dünya görüşümüz "ölmüştü".

Nietzsche, diğer tüm filozoflar gibi zamanının ötesindeydi. Ancak şimdi yeni bin yıla yaklaşırken, onun görüşünün değerini tam olarak fark etmeye başladık. Ancak Zerdüşt'ün hüzünlü insanının kâbus hikâyesiyle sokaklar boyunca çığlıklar atarak ilerlemesinden kısa bir süre sonra, daha şümullü bir mekanikçi veya Newtoncu dünya görüşü damarı, sanat ve edebiyatta hissedildi. Dadaizm, form ve geleneğin negatif yıkımını öne çıkarırken, Kübizm daha pozitif bir usulle basit perspektife –şair William Blake'in ifade ettiği Newton'un tek vizyonuna– son verdi. Birinci Dünya Savaşı, Avrupa kültürünün kararlılığı ve doğası ve teknolojinin tamamen olumlu etkileri hakkındaki öngörüleri derinden sarstı. T. S. Eliot, 1922'de yayımlanan *Çorak Ülke* adlı kitabında, teknoloji ve makinenin yüceltilmesi yerine doğal ve ruhsal çöl ikliminin kasvetli vizyonunu koydu: "Tutacak kökler nerede?..." 20 yıl sonra, başka bir büyük savaşın ortalarında, düşünür Susanne Langer şunu yazıyordu: "Avrupa düşüncesinin baharları soldu.". Kıta Avrupası'nda, yeni varoluşçu felsefeciler, akıl ve nesnelliğin değeri ve faydasını sorguluyordu. Bilimsel devrimi yapmış Aydınlanma insanının tüm vizyonu tartışmaya açıldı.

3. Friedrich Nietzche, *Böyle Buyurdu Zerdüşt*, Say Yayınları, İstanbul, 2006, 1. Basım, s.392

Büyük bir ölçüde yirminci yüzyıl kültürü, neredeyse üç asır boyunca başlıca dayanak olmuş değerlerin ve düşünce kategorilerinin hayal kırıklığına yol açan yavaş çözülüşüne şahit oldu. Ne var ki şimdi, yüzyılın sonunda bu hayal kırıklığı kişisel, düşünsel, siyasi ve iş hayatlarımızın her alanında açıkça belli olmaktadır. Siyaset, batı demokrasilerinde çoğu insan için anlamını yitirdi ve iş hayatında, başarılı bir şekilde işleyen organizmalar için geliştirilen eski modeller, artık çalışanın gerçeklerini veya pazarın beklentisini karşılamamaktadır. Pek çok düşünce alanında, çağdaş tasavvur açlığı diye adlandırılan bir olguyu yaşamaktayız.

Bilimsel devrim, insanları cahillikten ve batıl inançtan kurtarmayı vaat etmişti. Mekanikçilerin bilimi, geleneksel batı dininin pek çok merkezi inancının altını oymayı başardı ama onun yerine hiçbir şey koymadı. Newton'un saat gibi çalışan determinist evren görüşünde, hayat ve bilince yer yoktu, insanın yaşam mücadelesi hesaba katılmıyordu, insani inisiyatif ve sorumluluk göz ardı ediliyordu. Bu bilim, bilim kimliğiyle değerden bağımsızdı. Davranış için bir kılavuz sunmuyordu. Bugün bizler, büyük ölçüde özgürüz ama neden özgür olduğumuz konusunda pek az fikrimiz var.

Mekanikçi bilimdeki gözlemlenen ile gözlemleyen arasındaki keskin ayrım ve buna eşlik eden cansız, kaba maddeden oluşan fiziksel dünya şeması, insanları ve onların tasarılarını doğanın bağlamının dışına yerleştirir. Doğa gözlemlenen, incelenen ve kullanılan bir nesneye dönüşür. Teknoloji bu amaca hizmet eder. Bugünün çevre krizi, büyük ölçüde bu düşünce biçiminin ürünüdür. Ne var ki bizler doğaya ve onunla insan arasındaki ilişkiye dair yeni ve kapsamlı bir modele, ondan yeni bir düşünce sisteminin doğacağı bir modele henüz sahip değiliz.

Newton'un evrenin içinde bulunan her şey, nihayetinde çok sayıda tekil atomlara ve onlar arasında etkili olan kuvvetlere indirgenebilir. Bugün büyük oranda teknolojinin başarıları dolayısıyla artan bir sosyal, politik ve ekonomik karşılıklı bağımlılık dünyası içinde yaşıyoruz. Elektronik açıdan "küresel köy"de hayat sürüyoruz. Her birinin izole olmuş; öz-çıkarını gözetmekte en başarılı olduğu insanlar, devletler ve şirketlerin ayrı birimler olduğu varsayımına dayanan politik ve ekonomik modeller uygulanması zor ve istikrarsız bir hâl almıştır. Parçalar

ile bütün, bireylerle gruplar arasında daha yaratıcı bir ilişki için tutarlı yeni modellerden yoksunuz. Bir sistem veya organizasyonun ferdi üyelerinin veya parçalarının onun potansiyelini güçlendirmek için nasıl çalışacağını gösteren yeni modellerden yoksunuz.

Newtoncu bilim hiyerarşiktir. Fiziksel dünya sürekli küçülen analiz birimleri içinde yapılanmıştır. Moleküller, karmaşık bileşiklerden daha temeldir; atomlar da moleküllerden. Newtoncu yapı ve organizasyon modelleri, güç ve verimliliği aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya çift yönlü aynı hiyerarşi merdiveni üzerinde yapılandırır. Güç, merkezden çevreye veya üstten aşağıya yayılır. Karar verme ve gücün organizasyon sayesinde yanlamasına yayıldığı tutarlı yeni modellerden yoksunuz. "Yanal düşünce"yi esas alan iyi modellerden yoksunuz.

Newtoncu bilim; mutlağı, kesini ve değişmeyeni vurgular. Katı sebep ve sonuç yasaları tahmin edilebilir lineer değişime götürür. Kurulu hiyerarşilere ve sabit rollere dayanan ve stratejilerini "B, her zaman A'yı izler" esasına dayandıran organizasyon modelleri esnek ve hassas değildir. Bizim şimdilerde sürekli karşılaştığımız hızlı veya ani değişimle başa çıkamazlar.

Newton'un sabit uzay-zaman çatısı içinde, bir duruma bakmanın sadece bir yolu vardır. Newtoncu doğruluk ya/ya da doğruluğudur. Fakat ya/ya da düşüncesi, paradoks ve belirsizlikle başa çıkamaz. Çeşitlilik içinde uygulanması zordur. Ne var ki yeni bir ve/ve de düşünce biçimini temellendirebileceğimiz tutarlı modellerden yoksunuz.

İkinci Bilimsel Devrim

19. yüzyılın sonunda, İngiliz fizikçi Lord Kelvin öğrencilerine fizikte kariyer yapmaktan sakınmalarını tavsiye etmişti: Onlara "Bu alanda tüm ilginç çalışmalar burada yapıldı." dedi. Klasik fizik, fiziksel evrenin tüm bilmecelerini çözmüş görünüyordu. Her şey düzgün determinist denklemlerle anlaşılmış ve bir araya getirilmişti, iki küçük deneysel anormallik –klasik çerçeveye uymayan deneysel sonuçlar– dışında. Kelvin tüm çalışma arkadaşları gibi, bu anormalliklerin yalnızca geçici bir sorun teşkil ettiğini ve yakında şeylerin genel şemasına uydurulacağına inanıyordu.

İlk garip deneysel sonuç, fizikçi Albert Michelson ve Edward Morley'in, evrensel esirinin içinde yol alan dünyanın hızını ölçmek için yaptıkları deneyden doğdu. Klasik bilim adamları gezegenler gibi tüm katı maddelerin esirin[4] içinde durduklarına inanıyorlardı. Deney, dünyanın hızının sıfır olduğunu gösteriyordu ki bu da saçmaydı. İkinci garip sonuç, siyah cisim ışıması üzerinde yapılan deneylerle ilintilidir. "Siyah cisim" belli bir renge referansta bulunmadan enerjisini özdeş bir şekilde yayan sıcak bir cisimdir. Deneylerde, bu ışımanın parlaklık veya gücüne karşı durumunu ölçmek için çizilen şeklin, çan eğrisine benzediği ortaya çıktı. Klasik fiziğin denklemleri, renk mor ötesine yaklaştığında parlaklığın sonsuz olacağını öngörüyordu. Yanlış olan bir şey vardı.

Bu iki küçük deneysel "tuhaflık"ı anlamak için yürütülen çabalardan, 20. yüzyıl biliminin başlıca iki sütunu yükselmiştir. Michelson-Morley deneyi, Einstein'ın izafiyet teoremini doğurdu ve siyah cisim ışımasının sırrı da kuantum teoreminin kuramsallaştırılmasında ilk adımlara kaynaklık etti. Yaklaşık 60 yıl sonra, 20. yüzyılın sonuna doğru, tahmin edilen değişimlere karşı düzenli davranış sergilemesi beklenen fiziksel sistemlerin işleyişindeki başka bir "ufak anormallik", şimdi kaos-karmaşıklık diye adlandırdığımız teoremi doğurmuştur. Bu yeni teoremlerin hiçbiri, eski fiziğin basit birer açılımı değildi. Hiçbiri, Newtoncu veya klasik bilimin çerçevesinden anlaşılamazdı. Her biri fiziksel gerçekliğin doğası ve işleyişine ilişkin radikal ölçüde yeni ve apaçık tuhaf varsayımlar içeriyordu. Her biri, bir olayın diğerini nasıl izlediğini veya şeylerin nasıl oluştuğuna cevap arayan yeni bir düşünme biçimini, bir dizi yeni kategorileri ve bu kategorileri tanımlamak için bir dizi yeni matematiksel kavramları ve ilkeleri gerekli kılıyordu.

Elinizdeki kitap, bu yeni 20. yüzyıl bilimlerinin ana fikirlerini sunmakta ve her birinin kendi bağlamında eski düşünceye nasıl meydan okuduğunu göstermektedir. Yeni bilimin kapsamlı özellikleriyle eski biliminkileri kıyaslamak yoluyla, ortaya çıkan devrimin büyüklüğüne ilişkin bir fikir edinebiliriz. Eski bilim

4. Boş sanılan uzay bir "etkinlikler bölgesi"dir. insanın beş duyusu ile algılayamadığı; katı, sıvı ve gaz hallerine oranla yoğunluğu daha az, vibrasyonel hızı daha yüksek, daha süptil ve daha akışkan haline verdikleri addır. (y.h.n.)

gözlemci ile gözlemlenen arasındaki ayrımı vurgulardı. Tüm yeni bilimlerde bu ayrım belirsizleşmiş, hatta bazen anlamsızlaşmıştır. Yeni bilim etkileşimlidir: Bilim adamı incelediği sistemle etkileşime girer veya ona katılır. Yeni bilim adamı geri durup ayrık bir şekilde gözlem yapmak yerine, incelediği sürecin parçası olur. Bilim adamının gözlemi –durduğu yer, tarzı, niyeti– anlaşılması gereken verilerin parçasıdır. Bu; izafiyet teoremi, kuantum teoremi ve kaos-karmaşıklık teoremi için geçerlidir. Yeni zihin bilimlerinin bazılarında, soru, gözlemciyle gözlemlenen şeyin aynı şeyin salt iki farklı çehresi olup olmadığı şeklinde formüle edilir.

Eski bilim, süreklilik ve sürekli lineer değişimi vurgularken, yeni bilim; ani hareketleri ve önceki ölçekten uzak beklenmedik dramatik değişimleri öne çıkarır. İlerideki sayfalar kuantum sıçrayışları, felaketler ve kaosa ani geçişler hakkındadır. Eski bilim değişimi belirli, olasılık içeren diye tanımlarken, yeni bilim belirsizliği ve tahminin zayıflıklarını vurgular. Kuantum veya kaos-karmaşıklık teorisyenlerinin elinde, Newton'un saat gibi işleyen evreni, bilimsel metodun bazen zarların bilgisayarlarla atıldığı ve ihtimallerin hesaplandığı Monte Carlo metodunu doğurduğu, bir oyun gazinosuna dönüştü.

Eski bilim; birbirine katı sebep ve sonuç yasaları ile bağlı münferit parçalardan oluşan fiziksel bir evreni, şeylerin kuvvet ve etkiyle ilişki kurduğu bir evreni betimler. Yeni bilim bize her şeyin hassas bir şekilde diğer şeylere bağlı olduğu, karışık bir evren manzarası sunar. Etkiler kuvvet ve sinyal yokluğunda hissedilir, bağlılaşımlar kendiliğinden doğar; içerdeki düzenden modeller belirir. Newtoncu bilim adamı her şeyi bileşke parçalarına ve onlar arasında etkili olan birkaç basit kuvvete indirgerken; kuantum veya kaos bilimcisi parçalar bütünü oluşturmak üzere bir araya geldiğinde beliren yeni özellikler ve modellere odaklanır. Yeni veya şaşırtıcı hiçbir şeyin bulunmadığı bir evren, sürekli yenilenen, kendi kendini düzenleyen bir evrene yerini bırakır. Bilim adamı bu olgunun veya o parçanın kendi ortamından veya bağlamından izole edilemeyeceğini, indirgemeciliğin yerini holizmin nasıl aldığını öğrenir. Bütün parçaların toplamından daha fazla olarak görülür. Yeni bilimde organize olmuş basitlik, kendi kendini organize eden karmaşıklığı doğurur.

Bir "Paradigma Kayması"

Bugün pek çok insan, paradigmalar ve paradigma kaymalarından söz etmektedir. Yeni bilimin, yeni bir paradigma sunduğunu veya 20. yüzyıl düşüncesinin yeni bin yıla doğru yaklaşırken genel bir paradigma kayması geçirdiğini söylemek ne anlama geliyor?

Paradigma kelimesi ilk olarak, düşünür Thomas Kuhn tarafından artık bir klasik olmuş kitabı *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*'nda[5] kullanıldı. O, bunu bilim adamlarının verilerini analiz edip yorumlarken kullandıkları temel varsayımlarının kapsamlı çatısını ifade etmek için kullanmıştı. Eğer bir cisim hareket ediyorsa, üzerinde bir kuvvet etkili olduğu için bunu yapmaya zorlanmıştır şeklindeki varsayım, Newton mekaniğinin ve onun, tüm hareketlerin sebep ve sonuç yasalarıyla yönetilir şeklindeki varsayımının geniş paradigması içinde ifade edilir. Eğer klasik bilim adamı, aşikâr bir sebebin olmadığı bir hareket gözlemlerse bile yine de bir sebebin mevcut olduğunu kabul eder ve onu bulmaya çalışır. Çoğu durumda, bu tarz düşünce baştaki paradigmayı destekleyen pek çok keşfe yol açmaktadır.

Newton'un hareket yasalarıyla kütle çekimi yasası, bilinen gezegenlerin hareketlerini öngörmüştü. 19. yüzyılın ortalarında, Uranüs'ün gözlemlenen yörüngesinde küçük uyuşmazlıklar olduğu fark edildi.

Uranüs'ün hareketleri üzerinde başka bir cismin kuvvet uygulamış olması gerektiği varsayımından (paradigmasından) yola çıkan astronomlar, araştırmalar yaptılar ve 1846'da başka bir gezegeni, Neptün'ü keşfettiler. Newtoncu bilimin topyekûn paradigması, yeni keşfi kolaylıkla benimsedi. Yeni bir bilimsel gerçek daha hesaba katıldı; ama bilimsel varsayım değişmeden kaldı.

Kuhn, her problem aşıldıktan sonra bilim adamlarının paradigmalarına; derin, temel felsefi varsayımlarına karşı konulmaz bir şekilde, sıkı sıkıya bağlandıklarını göstermiştir. Paradigmaya meydan okuyan veriler göz ardı edilir veya "deneysel anormallikler" diye es geçilir; ta ki yeni bir bakış açısının kanıtı ağırlık kazanana değin. Nitekim gezegenin yörüngesindeki

5. Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, Kırmızı Yayınları, İstanbul, 2017, 1.Baskı, s.320.

anormallikler örneğinde, Merkür gezegeninin yörüngesindeki küçük uyuşmazlıklara getirilen açıklama, Uranüs gezegenin yörüngesindeki benzer uyuşmazlıklara getirilen açıklamayla bir olamaz. Merkür'ün üzerinde yeni bir gezegen etkili olmuyordu. Uyuşmazlıklar, Einstein'ın Genel İzafiyet Teoremi onları açıklayana kadar bir anormallik olarak kaldı. İzafiyet teoremi bir paradigma kaymasını temsil ediyordu –verileri anlamaları için bilim adamlarından radikal ölçüde yeni bir varsayımlar dizgesini kullanmalarını gerekli kılıyordu–. (Bkz. ÖZEL İZAFİYET; GENEL İZAFİYET.)

Kısaca, ana hatlarını çıkardığımız "ikinci bilimsel devrim" herkesi aynı derecede etkileyen bu çeşit bir paradigma kaymasını temsil ediyordu. Bilim adamlarından, fiziksel dünyaya bütünüyle yeni bir bakış açısına sahip olmaları için, sıkı sıkıya sarıldıkları felsefi varsayımları ve bilindik analiz kategorilerini terk etmelerini istiyordu. Meseleye çeşitli, bariz farklı büyük teoriler ve inceleme alanlarından –izafiyet, kuantum mekaniği, kaos-karmaşıklık teoremi, yeni zihin bilimleri ve yeni kozmoloji– yaklaşan bu kitaptaki bilimsel düşünceler, holizm nedensizlik, gözlemcinin katılımı (düalizme karşıt olarak) ve lineer olmayan (süreksizlik) geniş kapsamlı genel özelliklerini ortaya koyan, yeni tek bir paradigmaya tam bir uygunluk gösterir. Bu bilimsel paradigma kaymasının ayrıntıları açıklık kazandıkça; okuyucu, onların kültürümüzün genel dünya görüşünde eşzamanlı olarak gerçekleşen daha büyük bir kaymayla nasıl ilişkili olduğunu ve onun sağlam temelini attığını görecektir.

Bu Kitabı Nasıl Kullanmalı?

Bu kitap, çok çeşitli şekillerde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bilimsel kavramlar hakkında yazılmış kısa makalelerden oluşan ana metin, yeni bilimler için bir "ansiklopedi" olarak kullanılabilir. Çok sayıda referans ve içindekiler kısmı, okuyucuya konuya daha derinden bakma imkânı sunmaktadır.

Kitap "Yeni Bilimlerin Özeti"ni oluşturan dört ana makaleyle başlamaktadır. Her makale bir bilim dalındaki temel konuları ve kavramları açıklamakta ve tarihi bir temel sunmaktadır. Okur, 20. yüzyılın biliminin nesinin yeni ve heyecan verici olduğunun genel bir kavrayışını elde etmek için bu makalelerin hepsini

okuyarak işe başlayabilir. Ana metin ise bilimsel kavramlar hakkında daha ileri düzeyde ayrıntılar elde etmek için kullanılabilir. Ayrıca, bir özet makale, onun "sözlük" girişleriyle birlikte okunabilir. Özet makaleler şunlardır:

A. "Varlık Türleri", eski, klasik ve kuantum fiziğine genel bir giriştir. Vurgu, sıradan maddenin yapı taşları üzerine yapılmıştır.

B. "Bilim ve Düşüncede Düzen", kaos, lineer olmayan sistemler, evrim ve oyunlar teoremi gibi karmaşıklıkla ilişkili kavramların bir incelemesini içermektedir.

C. "Yeni Zihin Bilimleri", insanın düşünme faaliyetini ve bilinci anlamaya ve psikoloji, sinirbilim ve yapay zekâ sayesinde öznel deneyim için yeni bir bilimsel paradigmayı seslendirmeye yönelik henüz eksik olan çabalar hakkındadır.

D. "Kozmik Kubbe", kozmoloji ve parçacık fiziğindeki çok yüksek enerjideki olgular hakkındadır. Burada, evrenimizin en küçük ile en büyük ölçekleri üzerinde yapılan incelemeler, yüksek enerji fiziğinin yeni birleştirilmiş alanı içinde bir araya gelmektedir. Buradaki düşünce de 20. yüzyılın yeni kavramsal dönüşümü karakterine sahiptir.

Tutkulu okur yeni bilimin başlıca düşünceleri hakkında epey ayrıntılı bilgiler elde etmek ve tüm bunların geniş çapta kültürümüzde gerçekleşen ve herkesi etkileyen paradigma kaymasının bağlantılı parçaları olduğunu anlamak için tüm kitabı okuyabilir.

Belli bir kavramın yerini daha kolay bulmayı sağlamak için ana metindeki makaleler alfabetik sıraya göre düzenlenmiştir. Diğer makalelere yapılan göndermeler BÜYÜK HARFLERLE belirtilmiştir.

Yeni Bilimlerin Özeti

A. VARLIK TÜRLERİ

Mevcut olan her şeyin onlardan meydana geldiği yapı taşları nelerdir? Hangi kuvvetler veya etkileşimler ya da "uygun" bağlar, onları, her gün çevremizde gördüğümüz tanıdık nesneler halinde birbirine bağlamaktadır.

Fiziksel dünyanın sistematik bir şemasını çıkarmaya dönük her çaba bu sorularla karşılaşır. 20. yüzyılın bilimi bu sorulara cevap vermeye dönük eski klâsik çabalardan doğmuştur ve sonuçta klâsik bilim de bu sorular hakkındaki kadim Yunan ve Hıristiyan görüşleri bağlamında gelişmiştir. Fizik düşüncesindeki bu üç gelişmenin her birinin bu sorulara verdiği cevaplar bugün geniş kültürümüz içinde bir ekole sahiptir. Yeni bilimin –paradigmasının– temel varsayımlarını kavramak için, onun nasıl doğduğunu ve kendinden önceki paradigmalardan farkını anlamamız gerekir.

Varlığa ilişkin eski Yunan düşüncesinde, basitlik yönünde felsefi bir iddia ile dünyanın tüm ortak niteliklerini kapsama isteği arasında bir gerilim vardı. Mevcut olan her şey "boşluktaki atomlar"dır, savındaki Demokritos'un görüşü, gözlem ve deneyle alakasız olsa da modern atomcu kuramın atasıdır. Yunan atomculuğu sevimli derecede basitti ama gündelik yaşamın büyük bir kesimini hesaba katmıyordu. Eski atomcular; insanın amaçlılığı, algı ve düşünceyle hiç ilgilenmiyordu.

Platon, çevremizde gözlemlediğimiz varlıklar ve nitelikler için arketipler veya modeller olarak işlev gören saf formların maddi

olmayan dünyasını gündeme getirdi. Aristo, dünyanın mekanik süreçlere ilave olarak, organizmaların gelişimi veya insanların planları gibi amaç-yönelimli süreçleri de içerdiğini düşünüyordu. Onun şeması içinde her varlık; içsel bir tasarıya, imkân bulduğu zaman açığa çıkan bir potansiyele sahipti. Olgun Yunan dünya görüşü, karmaşık yollarla etkileşim içinde bulunan çok sayıda farklı süreçlerden oluşan bir dünyayı öngörüyordu. O "karışık" olsa da deneyime yakındı.

Yunan düşünürlerinin, bu kitabın başlıca konularıyla ilgili kendi görüşleri vardı ama zikredilen sorular arasında keskin bir ayrıma gitmiyorlardı. Zihinsel dünya ile maddi dünya şeklindeki katı ayrımıyla klâsik fiziğin yeşermesi ve onun tamamen fiziksel dünyayla ilgilenmesinden sonra ancak insanlar, bu yaklaşımın başarılarını ve hatalarını ölçebilip daha derin sorular sorabildi.

İlk bilimsel devrim; deney, gözlem ve doğanın basit evrensel yasalarının araştırılması ihtiyacını vurguladı. Kopernik'ten sonra, dünyanın evrenin merkezi olduğunu veya onu oluşturan maddenin gezegenler ile yıldızlarınkinden farklı olduğunu kabul etmek, artık makul değildi. Bilim adamları, varlığımızın çok geniş bir manzaranın bir parçası olduğunu fark etmişti. Kepler'den sonra, gezegenlerin güneşin çevresindeki hareketini, daireler üzerinde çizilen karmaşık küçük daire kümeleri şeklinde tarif etmek yerine, eliptik yörüngeler oluşturmak şeklinde tanımlamak artık daha çekici geliyordu. "Mükemmel" doğa yasalarına –mükemmel daireler, dört unsur ve beş düzenli katının varlığını tamamlamak üzere beş gezegenin varlığına– ilişkin eski Yunan ve Orta Çağ beklentileri mevcut evrenle uyuşamazdı. Ama Newton'dan sonra, insanlar bir iki basit kuralı bilmek sayesinde doğanın büyük parçalarını tahmin ve kısmen kontrol etmekten gurur duyabildiler.

Newton mekaniğinde, maddi dünya, sonsuz ve değişmeyen bir uzayın içinde bulunan, kuvvetler yoluyla zaman içinde etkileşip hareket eden, bölünmez parçacıklardan oluşur. Bilim adamı gözlemlediği şeyden ayrıdır. Tüm maddi olaylar aynı nesnel terimlerle ifade edilebilir, örneğin; dalgalar, ısı ve enerjiyle. Fizik, tek temel bilimdir. Temel parçacıklar ve kuvvetlerin doğru bir tanımı ile yeterli hesap kapasitesi elde edildiğinde, fiziksel dünyadaki her şey tahmin edilebilir. 19. yüzyılda klasik fizik

artık elektromanyetizma ile termodinamiği içeriyordu fakat genel değerler sistemini kaybetmemişti: İndirgemeci, deterministve nesnelciydi. 20. yüzyılın biliminden farklı olarak, onun kategorileri kolaylıkla sağduyu tarafından kabul edildi. Onun asıl başarısı, matematiksel kesinliği ve uzmanlığıdır.

Klâsik fizik, sıradan maddi nesnelerin davranışıyla ilgili doğruya yakın bir tahmin yürütmede iyidir. O, doğru bir şekilde gezegenlerin hareketini tahmin eder ve; köprüler ve hava alanları tesis etmemizi sağlar. O hâlâ bu tür amaçlar için kullanılmaktadır çünkü yeni fiziğe kıyasla onunla hesap yapmak daha kolaydır. Fakat onun geçersizleştiği belirli sınırlar vardır; kabaca çok küçük, çok büyük, çok karmaşık ve öznel olanın sınırlarında o, geçersizleşmektedir. Bu kitabın konuları yeni fiziğin alanıdır; klâsik fiziğin sadece yanlış tahminler yapmakla kalmayıp yanlış kavramlar da kullandığı alanlar. O, küçük düzeltmeler yapma meselesi değil, büyük kavramsal devrimi gerçekleştirme meselesidir.

Klasik mekanik, bölünmez parçacıklar veya atomların hareketlerini ele alır ama bir bütün olarak evrenin büyük ölçekli yapısı ve kökenleri ya da atomların yaratılabildiği veya yok edilebildiği yüksek enerjili işlemlerle ciddi anlamda ilgilenmek için uygun bir usule sahip değildir. Daha nihai meseleler izafiyet teoreminin özne meselesi, parçacık fiziği ve temel kuantum teoreminin kuantum alan teoremi şeklinde açımlanmasıdır.

Kuantum fiziği en başarılı fiziksel teoremlerden biridir. Onun tahminlerinin test edildiği yerlerde, son derece doğru sonuçlar elde edilmiştir. Bu teoremin büyük veya küçük her türlü maddeye uygulanabileceği anlaşıldı. Kuantum mekaniği olmadan, katıların sertliği, metallerin dövülebilirliği (bükülebilirliği) ve kimyasal bileşiklerin renkleri gibi gündelik olgularla, süper iletkenler ve lazer ışığı gibi daha egzotik olguları açıklamamız mümkün olamaz.

Kuantum fiziğinin temel kavramları, klasik fiziğinkilerden farklıdır. Kuantum fiziği indirgemeci, determinist ve nesnelci değildir; gözlemci gözlemlediği şeyden ayrı değildir. Klasik fizikte, bir parçacıklar sisteminin davranışı onun parçalarının davranışı ile onların etkileşimlerinin toplamıdır. Kuantum fiziğinde, tüm sistemin davranışı parçaların niteliklerine indir-

genemeyen belirgin niteliklere sahip olabilir. Bu tür HOLİZM[6] bizleri, klasik fiziğin altın çağında olduğumuzdan daha fazla eski-veya sağduyulu düşünceye yakınlaştırmaktadır.

Kuantum fiziği, klasik fiziğinki kadar zarif bir matematiğe sahip olmakla birlikte iki varlık katmanına –aktüalite ve potansiyel– sahip zengin bir mevcut varlıklar kümesine de sahiptir. Herhangi bir zamanda gözlemlediğimiz şey, bir sistemin sadece bir çehresidir. Ayrıca, olabilecek şey de vardır. Bu iki katmanlı sistemi tam olarak tarif etmek için, birbirini tamamlayan bir dizi kavrama ihtiyaç duyarız: Dalgalar ve parçacıklar, bütünler ve parçalar, konum ve momentum (TAMAMLAYICILIK.). Bir kuantum sisteminin temel gerçekliği, geçen iki veya üç asrın biliminin ortaya koyduğu; kasvetli ve tahmine dayalı görüşten daha anlaşılması güç ve ilginçtir, muhtemelen de kendimizle ilgili tasavvurumuza daha yakındır.

Eski ve Ortaçağ Varlık Görüşleri

Eski Yunanlılar, öncelikle her şeyde ortak olan temel doğa veya tözün anlaşılmasıyla ilgilenmişlerdi. Bu konu hakkındaki görüşler, çok çeşitli olmakla birlikte ortak bir felsefi soruyla birleştirilmişti: Maddi dünyanın çeşitliliği ve değişiminin temelinde hangi evrensel ve kalıcı töz vardır?

Sokrat öncesi düşünürler, maddeyi; âtıl veya cansız ya da zihnin dünyasını düzenleyen amaçlar ve ilgilerden özde farklı bir şey olarak görmüyorlardı. Hatta bazıları, zihin veya ruhun; dünyanın en temel tözünü temin edip etmediğini merak ediyordu. Bir şeyin maddi tözüyle onun formu arasında keskin bir ayrım yapılmıyordu; her ikisinin de temeldeki tözün doğasına uyduğu kabul ediliyordu. Heraklitos'un fiziksel dünyadaki çatışma ve gerilim ilkeleri, insanların toplumdaki ilişkilerine uyarlandı. Demokritos ve Epikür'ün anafor teoremleri, termodinamik alanındaki eski Yunan girişimi, toplumsal değişimin ana açıklayıcı ilkesi haline geldi.

6. Bu yaklaşıma göre herhangi bir alanda (fizik, biyoloji, kimya, sosyoloji, ekonomi, dilbilim, felsefe) bir doğal sistemin bütünü kendisini oluşturan parçalardan ve alt sistemlerden farklı bir yapı oluşturur. Örneğin insan bağışıklık sistemi ve solunum sisteminden oluşsa da bunlarla belirlenemez. Kendisini oluşturan sistemlerden bambaşka bir varlıktır. Dolayısıyla alt sistem aslında çoğu zaman üst sistemin bir işlevini (fonksiyonunu) yerine getirir. Bu yaklaşımın temel düşüncesi, sistemi bir bütün olarak ele almasıdır. (y.h.n.)

Eski Yunanlıların çoğu atomcuydu. (Bkz. ATOMCULUK.) Zihin ve ruh da dahil, fiziksel dünyadaki her şeyin şekillerinin, hacimlerinin ve olası kombinasyonlarının değişen minik bölünmez parçacıklara indirgenebileceğine inanıyorlardı. Sokrat öncesi bazı düşünürler, dünyanın sayısız türde atomlardan meydana geldiğine inanıyordu; diğerleri ise her şeyin, su (Thales), ateş (Heraklitos), hava (Anaximenes) veya kavrayışımızın ötesindeki, Aristo'nun "ilk madde" dediği tek bir özsel tözün değişiminden ibaret olduğuna inanıyordu. Bir iki eski düşünür atomculuk görüşünü reddederek, tözlerin daha ileri unsurlara bölünebileceğini ve bu bölünmenin sınırı olmadığını savundular. Bu düşünce, bazı açılardan, hem ayrı parçacıkların hem de sürekli dalgaların fiziksel gerçeklik içinde rol oynadığını savunan kuantum alan teoremindeki çağdaş gelişmelerin habercisiydi.

Matematikçi ve mistik olan Pisagor, Sokrat öncesi düşüncede önemli bir duruşu temsil eder. O, rakamların evrenin yapı taşları olduğuna inanıyordu. Bu görüş, daha sonra Platon tarafından nihai "formlar" doktriniyle açımlanmıştır. Günümüzde bazı matematikçiler ve fizikçiler, matematiksel doğruların kendilerine özgü maddi olmayan bir dünyaya sahip olduğunu, fiziksel yasaların Büyük Patlamadan ve dolayısıyla ifade ettikleri fiziksel evrenden önce var olduğunu düşünmektedirler.

Empedokles, eski Yunan düşüncesinde modern kimyaya en yakın görüşü ileri sürmüştü. O, dünyanın dört parçalanmaz elementten oluştuğuna inanıyordu; muhtemelen katılar, sıvılar, gazlar ve enerjiyi temsil eden toprak, su, hava ve ateş. Baş aşağı çevrilmiş bir kabı suya koyup havanın suyu dışarıya itmesi neticesinde kabın tamamen dolmadığını göstererek; havanın bir madde olduğunu kanıtladı. Dahası, ilkel bir evrim teoremini de ortaya atmıştı. Dört elementi ya ayıran ya da birleştiren sevgi ve mücadele, modern fiziğin tanımladığı çekim ve itim kuvvetlerinin habercileridir. Her ne kadar o dindar idiyse de dünyada olup bitenlerin ardında herhangi bir amacın yattığına inanmıyordu. Her şey şans veya zorunluluk eseri meydana geliyordu. (Bkz. NEDENSELLİK; DETERMİNİZM.)

Platon ve Aristo, Sokrat öncesi seleflerinden farklı olarak, madde ile form arasında kesin bir ayrım yaptılar ve maddi dünyayı hayli düzenli, organize varlıktan farklı olarak görme eğilimini

sergilediler. Aristo, madde ile form arasındaki ayrımı vurguladı ve basit atomcu teoremin maddi varlıklar arasındaki farklılıkları açıklayabileceğinden şüphe duydu. O, temel tözün; "ilk madde"nin, şekilden ve özden mahrum olduğunu, kendiliğinden var olmayıp ancak aldığı biçim veya formla varlık kazandığını düşünüyordu ve formu maddenin amacıyla ilişkilendirmişti. Bir meşe palamudunun meşe ağacına dönüşmesi, meşe palamudunun kendi içsel potansiyelini gerçekleştirme çabasıydı. Amaç fikri, TELEOLOJİ, maddi dünyaya ilişkin klasik mekanikçi görüşü bertaraf etti ama madde içinde "uyuyan" ve ona şekil veren bir form veya örüntü fikri yeni kaos bilimiyle tekrar gündeme geldi. (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON; KARMAŞIKLIK.)

Platon ve Aristo, Empedokles'in dört unsur görüşünün bir versiyonuna sahiptiler ve Aristo beşinci unsuru ileri sürdü; gökyüzünü meydana getiren esir. Yeryüzünde esirden oluşan tek töz, akıllı varlıkların ruhlarıydı. Empedokles'ten farklı olarak Aristo, dört yersel elementi esas olarak görmüyordu. Onların birbirlerine dönüşebileceğine inanıyordu.

Sokrat öncesi ve sonrası, Eski Yunan dönemi boyunca, bilim ile felsefe arasında herhangi bir ayrım olmadığı gibi, felsefe ile din arasında da sahiden sıkı bir ayrım yoktu. Maddi dünyanın doğası ile ruhlar dünyasının doğası aynı mesele olarak ele alınıyordu; her ne kadar felsefeciler madde ile formun veya madde ile ruhun farklı tözlerden oluştuğunu düşünmüş olsalar da. Sokrat, daha sonra ikinci bir insancıl veya etik mevzular kümesini öne sürdü: İyi bir adam ve iyi bir toplum nasıl olur? İnançlarımızın sağlam temellere dayandığına veya hakikat ve güzelliğin doğasını bildiğimize nasıl karar verebiliriz? Platon ve Aristo bu sorulara kendi ilimsel ilgileri bağlamında açılımlar kazandırmaya devam ettiler.

Orta Çağda, Hıristiyanlık, üçüncü bir mevzuu gündeme getirdi: Tanrı ile insan arasındaki aracılık, günah ve İsa sayesinde kurtuluş. Tüm bu üç düşünce kolu –varlığın doğası, onun nasıl iyi olacağı ve Tanrı'da olmak– "Orta Çağ sentezi"nde birleşti. Bu dönem boyunca, bilim, felsefe ve din bir aradaydı ve Aristo'nun madde ve form ayrımı, manevi dünyanın kutsallığına karşı maddi dünyanın günahkârlığı ile bir Hıristiyanlık sorunsalı haline geldi.

Modern bilime en yakın ortaçağ ilmi simyaydı. Simya; kadim Yunan, Hindistan, Çin ve Orta Çağ Batısı'nda bilinen bir ilimdi. Simyacılar, farklı maddelerin niteliklerini ayrıştırıp tarif etme çabaları içinde büyük oranda deneysel metotlar kullanıyorlardı. Bir maddenin "hafif' veya "etkin" niteliklerini, "ağır" katı niteliklerinden ayırmaya çabalıyorlardı. Bunun altında yatan amaç bir maddeyi, başka bir maddeye dönüştürmekti; örneğin, kurşunu altına dönüştürmek. Tüm ortaçağ düşünürleri gibi, onlar da insani ve dini konuları kendi "bilimsel" konularıyla karıştırmışlardı.

Ayrıca simyacılar, Aristo'nun dört unsur sistemini de yeniden ele aldılar –dört yersel unsur; toprak, hava, ateş ve su, bunlarla birlikte onlara göre ruhu temsil eden beşinci bir unsur da vardı–. Onların dönüştürmek istedikleri temel metaller yersel unsurlardan meydana geliyordu ama sonuçta elde edilecek altının, en güzel elementin, ruhla bir ilişkisi vardı. Bir şeyin en içteki özü anlamına gelen cevher kelimesi beşinci unsurdan türetilen bir simsayal terimdir. Bir maddenin başka bir maddeye dönüşmesi, bir insanın uzun ömürlü veya ölümsüz canlıya dönüşmesi ile bağlantılıydı. Ruhun, kimyasal veya yarı kimyasal bir şey olduğu düşünülüyordu ve ölüm halinde onun bedeni terk etmesi, bir gazın daha yersel bir bileşikten ayrılmasına benzetiliyordu.

Aristo'dan sonra, Yunan medeniyetinin düşüş döneminde, yaratıcı bir düşüncenin geliştiği nadirdi. Ancak 15. yüzyılla başlayan modern bilimin yükselişiyle birlikte, gözlem ve deney, tüm tartışmaya farklı bir çehre kazandırdı.

Klasik Fizikte Madde Görüşleri

Orta Çağ kilisesinin siyasi, ahlaki ve düşünsel otoritesi, üç asır boyunca yavaş yavaş azaldı. İtalyan Rönesans'ının yaratıcı anarşisini, Reformdan sonra bireysellik, hoşgörü ve çeşitlilik kavramlarının adım adım yükselişi izledi; bunun da ardından 17. yüzyılın bilimsel ve felsefi devrimi ve modern görüş açısının doğuşu geldi.

Kaçınılmaz olarak, düşünsel otorite üzerinde hak iddia eden rahipler ile din ve bilim arasında bir gerilim vardı. Önce Kopernik ve Galileo, dünya ve içindekilerin evrenin merkezinde bulunduğu görüşüne meydan okudular. Kuram ve deneyin eşit

derecede önemli olduğu yönündeki bilimsel tavır, giderek büyük oranda tefekkür ve ilhama dayalı felsefe ve dinin yerini aldı. Bilim adamına göre gerçeklik, artık gözlemlenebilir, ölçülebilir ve hesaplanabilirdi. 17. yüzyılda yeni araçlar –teleskop, bileşik mikroskop, termometre, daha hassas saatler– icat edildi. Pek çok alanda –astronomi, manyetizma, kimya, fizyoloji ve mikroorganizmaların incelenmesi– parça parça önemli çalışmalar yürütüldü. Lakin 17. yüzyıl biliminin en büyük başarısı klasik mekanikti.

Cisimlerin hareket bilimi olan mekanik, evreni veya onun bir çehresini etkileşim içinde olan bir dizi parçadan oluşan devasa bir makine olarak görür; tıpkı, her parçasının bir iki basit niteliğe sahip olduğu ve hareketlerinin, kütlesi ve üzerinde etkili olan kuvvetler tarafından belirlendiği bir saat gibi. Newton'un tamamlanmış sistemi 1687'de Principia adlı kitabında sunulmadan önce, bu görüş, felsefi olarak Descartes ve Locke, bilimsel olarak da Galileo tarafından ortaya atılmıştı. Mekanikçi bakışta temel kavramlar uzay, zaman, kütle, kuvvetler ve parçacıklardır. Şekil ve renk gibi diğer özellikler ya bunlara indirgenebilir veya bilinç gibi fiziğin tamamen dışında tutulur.

Newton'un büyük mekanikçi yaklaşım sentezi, üç hareket yasası, (Bkz. Kutu 1), evrensel bir kuvvet (kütle çekimi) ve yeni bir matematiksel araca (hesap) sahipti. Newton başka kuvvetlerin –örneğin sürtünme ve çarpışma– olduğunu da biliyordu ama onları ifade edecek düzgün matematiksel tanıma sahip değildi ve bu basit temel, gezegenlerin hareketi, gelgit hareketleri ve düşen cisimlerin yolları gibi çok sayıda olguyu doğru bir şekilde açıklamaya yetiyordu.

19. yüzyılda, ikinci bir kuvvet olan elektromanyetizma, açıkça anlaşıldı. James Clerk Maxwell elektrik, manyetizma ve ışık üzerinde yaptığı çalışmasını tek bir kuram altında birleştirdi. Elektrik ve manyetik kuvvetler bir alanın –esir olarak bilinen, jölesel yapıya sahip, kapsayıcı bir ortamdaki bir gerilim halinin– iki yanı olarak görülüyordu. Kuram, elektromanyetik dalgaların ışık hızında yol aldığını öngörüyordu ve hem görünür ışık dalgalarını hem de diğer frekanslardaki ışık dalgalarını içeriyordu. Çok geçmeden keşfedilen radyo dalgaları kuramı doğruladı.

Maxwell'in çalışmasından sonra iki kuvvet, kütle çekimi ve elektromanyetik kuvvetler artık biliniyordu. Sürtünme gibi diğer tüm kuvvetlerin bu iki kuvvete indirgenebileceğine inanılıyordu. Klasik fiziğin kavramsal çerçevesi, artık, alanlar ve alanlar içinde dalgalar şeklinde yeni bir düşünceyi içeriyordu; ama evrensel esirin mekanik bir töz olduğu düşünüldüğünde bu pek de şaşırtıcı değildi. (Bkz. ÖZEL İZAFİYET.)

Klasik fizik, bir parlak başarıya daha sahipti: Isı kuramı ve statiksel mekanik (TERMODİNAMİK). Her ne kadar termodinamik, klasik teoreme açılım kazandırmışsa da SÜREÇ ve OLUŞ kavramlarını fiziğe yeniden sokmak dışında, mevcut kavramsal kategorileri süzgeçten geçirmemiştir. Klasik mekanik, elektromanyetizma ve klasik termodinamik, bugünün bakış açısından tek bir mekanik paradigmanın değişik yanları olarak kolaylıkla görülebilir. (Bkz. ATOMCULUK; NEDENSELLİK; DETERMİNİZM; İNDİRGEMECİLİK.)

Kuantum Fiziği

Temel kuantum fiziğinin başlıca kavramları, KUANTUM FİZİĞİ'nde ve onun melez referanslarında ifade edilmiştir. Parçacıkların yaratılıp yok edildiği ÖZEL İZAFİYET'in yüksek enerjili işlemleri, KUANTUM ALAN TEOREMİ şeklinde bir açılımı gerekli kılar. Bu muazzam işlemler dünyada veya yıldızlardaki nükleer tepkimeler içinde, parçacık hızlandırıcılarında ve BÜYÜK PATLAMA'dan hemen sonra gerçekleşir. Bunlar, fiziğin en azından varlık kadar temel olan, OLUŞ'un bir SÜREÇ felsefesini işaret eder. Dahası yüksek enerjiler, maddi varlıkların daha ileri düzeydeki kavramlarını ve daha kapsayıcı yeni bir teoremi gerekli kılmaktadır. Bu konudaki çabalar henüz tamamlanmış değildir. (Bkz. özet makale D, KOZMİK KUBBE; PLANCK DÖNEMİ; KUANTUM KÜTLEÇEKİMİ; SÜPERSTRİNGLER; HER ŞEYİN TEOREMLERİ.)

Kuantum fiziğinin, yeni bilimin diğer alanlarıyla kesiştiği sınırlar da vardır ve bunlar henüz tam olarak ortaya çıkarılmamıştır. Örneğin; kuantum kaosu var mıdır? (Bkz. özet makale B, BİLİM VE DÜŞÜNCEDE DÜZEN.) Ya da kuantum olguları bilinçle ilişkili midir ve eğer ilişkiliyse, bu nasıl bir ilişkidir? (Bkz. BİR BİLİNÇ BİLİMİNE DOĞRU.)

B. BİLİM VE DÜŞÜNCEDE DÜZEN

Batının yaratılış mitinin önemli kaynaklarından olan Yaratılış Kitabı (The Book of Genesis) ve Platon'un Timaeus'unda, dünyanın biçimsiz bir boşluk olarak başladığı bize söylenir. Doğu dinleri, esas gerçekliğin niteliksiz olduğunu öğretir. O, hakkında hiçbir şey söylenemeyecek bir hiçliktir. Modern KUANTUM ALAN TEOREMİ de BÜYÜK PATLAMA'dan sonra yaratılan ilk şey olan KUANTUM VAKUMU'nu, biçimsiz enerjinin niteliksiz taban durumu olarak tanımlar. O halde, neden "hiçlik değil de bir şey" vardır? Niçin dünyada başlangıçtaki biçimsiz akış yerine, bir düzen mevcuttur? Bu düzeni meydana getiren şey nedir? O, evrenin yapısı açısından kaçınılmaz bir şey midir, yoksa basitçe rastlantısal bir oluşum mudur? Yoksa düzen, salt insan algısının bir ürünü müdür? Bu sorular kadim dönemlerden beri felsefeciler ve ilahiyatçıların kafalarını meşgul etmiştir ve bugün de bilimin merkezi konusunu teşkil etmektedir.

İnsanlar, sürekli dünyayı düzenleme ve yaşadıklarına anlam yükleme arayışı içindedirler. Aileler, klanlar, ekinler, borsalar, uluslararası iletişim sistemleri, kuramsal fiziğin herhangi bir teoremi kadar karmaşıktır ve hepsi de dünyanın bir çehresini yapılandırma çabasıdır. Düzene duyulan eğilimden kaçamayız.

Düzeni, kabaca; parçaların bir yapı içinde anlamlı veya amaçlı düzenlenişi olarak tanımlarız. Bu anlamda o, bilgi kavramıyla yakından bağlantılıdır. Bu tür düzenlere verilebilecek bazı örnekler şunlardır: Aritmetik, geometri ve cebirde bulunan matematiksel yapılar, müzik yapıları, mimari ve sanatsal eserler, hayvanlar, bitkiler ve kristallerin doğal yapıları ve fiziğin en temel yasaları. Dünyayla ilgili algılayabildiğimiz veya söyleyebileceğimiz herhangi bir şey, muhakkak ona yapılandırılmış bir bakış açısı içinde ifade edilir ve yapılandırılmış bir bakış açısı da yapıyı işaret eder. Bizlerin her zaman bir yapının içinde olduğumuz ve bu nedenle tanrısal düzen görüşünün mümkün olamayacağı, 20. yüzyıl biliminin başlıca yeni kavrayışlarından biridir. GÖDEL TEOREMİ, aritmetiğimizin sınırlı bağlamı içinde, olası tüm düzen tiplerini tanımlayamayacağımızı bizlere söylemektedir. Düzenin olmadığı yerde söylenebilecek bir şey de yoktur.

KUTU 1
NEWTON'UN ÜÇ HAREKET YASASI

1. Eylemsizlik Yasası: Dışarıdan bir etki olmadığı sürece maddi bir cisim, sabit bir hızla düz bir çizgi üzerinde hareket etmeye devam eder.
2. İvme Yasası: Hız ve yöndeki değişiklikler, uygulanan kuvvetlerden kaynaklanır ve onlarla orantılıdır. İvme kütleyle ters orantılıdır; yani ağır bir cismin hareketinin seyrini değiştirmek, hafif cisme oranla daha zordur.
3. Etki ve Tepki Yasası: Her etkiye karşılık aynı değerde ve zıt bir tepki vardır (örneğin, eğer ben bir şeyi itersem o da aynı oranda beni iter).

Galileo'nun önceden ileri sürdüğü ilk iki yasa, yeryüzünde hareket eden her cismin, canlı olmadığı sürece, "doğal olarak" sonunda duracağı yönündeki Yunan düşüncesinden ayrılır. Newton'un şemasında, duruş sürtünme kuvvetine bağlanır. Yıldızlar ve gezegenler durmadığı için, hem eskiler hem de Orta Çağ insanları, onların canlı olduğunu veya en azından tanrılar veya semavi varlıklar tarafından işgal edildiğini düşünüyorlardı. Klasik mekaniğin getirdiği kavramsal devrimden sonra hareket, bilim içinde incelenebildi ama maddi dünya daha kasvetli ve ölü bir dünya olarak görüldü. Öte yandan, hem simyacı hem de bir Hıristiyan olan Newton'un kendisi, bu sonuçtan üzüntü duymak zorunda değildi.

Beyinlerimiz düzen için "donanımlı" dır. Tüm diğer duyular da aynı ilkeye bağlı olsa da görme duyusu buna iyi bir örnektir. Beyin zarının görmeyle ilgili alanındaki her hücre grubu, belli bir uyarıma tepki verir. Bir hücre, nesne sınırı veya şekli tarafından uyarılır, başkası hareket sınırı, renk alanı veya hareketteki bir bölge ile uyarılır. Bu yöntemle görsel bir manzara çeşitli kodlara bölünür, daha sonra o kodlar gördüğümüz şeyi üretmek üzere beynin yüksek merkezlerinde tekrar birleştirilir. (Bkz. GÖRME ALGISI.)

Çıplak görüş, düzensiz bir dünya betimlemeyi denemek gibi imkânsızdır. Dünyaya görüş ve düzenleme stratejileri ile geliriz. Algıladığımız kadarıyla "gerçeklik", gelen duyu verileriyle beynin düzenleme stratejilerinin birleşiminden doğan bir yapıdır. Muhtemelen "gördüğümüz" şeyin yarısı, zaten beynimizde işlem stratejileri, görsel anılar, tanıma sistemleri vb. olarak mevcuttur.

Beynin düzene mecburiyeti, biçimli mimikler, ritüel eylemler, takaslar ve her şeyden önce insan dili sayesinde sosyal grup içinde açılım kazanır. Hatta en eski ve basit toplumlar bile dünyayı çok karmaşık yollarla düzenlemişlerdir. Tutarlı bir düzen; grubun hayatta kalmasını, avlanmasını veya çiftçilik yapmasını, iletişim kurmasını, çocuk büyütmesini, içsel farklılıkları çözüme kavuşturmasını ve komşu gruplar arasındaki gerilimi yatıştırmasını sağlar.

Yaratılış hikâyeleri, kutlamalar ve arınma eylemleri ile grubun düzeni sürdürülür. Bu işlemin önemli bir yanı, düzenin dış dünyaya yansıtılmasıdır. Mevsimler ve gökyüzünün hareketleri, yaratılış hikâyeleri, şarkılar, takvimler ve avcılık ve ürünlerin hasadını teşvik etme amaçlı kutlamalar sayesinde düzene kavuşturulur. Saatler "zamanı", cetveller mesafeyi düzenlemek için tasarlanır. Dünyadaki yerimizi seslendiren mitler, bitkiler ve hayvanların doğal dünyasını düzenler. Postmodern düşünürlerin bir kısmı, fizik yasalarının; insanların dünyaya yüklediği başka bir kategoriler kümesi olduğunu ileri sürer.

İster doğada yer alsın isterse de beynimizin donanımı içinde bulunsun, düzen algımız, dünyayı anlamlı kılma yetimiz açısından kaçınılmazdır ve hayli yavaş zihinsel işlemlerimize hayati önemde ilave bir kolaylık sağlar. Yine de beynin düzeni algılama temelli stratejisi kendine özgü dezavantajlara sahiptir. Özgün düşünceler üretmek yerine sık sık klişelere ve belli kalıplara başvururuz. Bu, bazı yanlış anlamalara ve hatta dünya önyargılarımıza uygun düşmediği zaman karmaşaya yol açar. Bunalımlar veya basit sıkıntı bizi daha yaratıcı düşünmeye itebilir; bu da daha çok zaman ve enerjiyi gerektirir. Testler, çok fazla düzen (sıkıntı) ile çok az düzen (kargaşa) arasında konumlanmış bir ortamda insanların psikolojik olarak en iyi durumda olduğunu göstermiştir. Aynı şey; kendi kendini düzenleyen fiziksel sistemler, özellikle kaos sınırında konumlanmış biyolojik sistemler için

de geçerlidir. Hayatta kalma mücadelesi, iklimde düzenliliği, yiyecek teminini gerektirir ama evrim insanların tamamen uyum sağlayamadığı koşulların meydan okumasıyla tahrik edilir.

Düzen hakkında birbiriyle bağlantılı bir dizi görüşler ve sorularla karşı karşıyayız. Bir miktar düzen gereklidir fakat çok fazlası yaratıcılığı törpüler. Algısal kategorilerimizin içinde bir miktar düzen vardır; bir miktar düzen de doğada bulunur. Test edilebilir fiziksel yasaların varlığı ortadadır. Niçin? Niçin fizik yasaları, onları kısmen anlayabildiğimiz derecede basittir? Bir gün tüm fizik yasalarını tamamen anlayabilecek miyiz? (Bkz. HER ŞEYİN TEOREMLERİ.) Bütünüyle yeni bir felsefi ve bilimsel yaklaşıma ihtiyacımız vardır. Aynı zamanda, dünyada fiilen gözlemlenmiş temel düzen çeşitlerini ortaya çıkarmak faydalı olabilir.

Tarih Boyunca Düzen Çeşitleri

Bir birey veya toplum, olası sonsuz sayıda düzen türleri içinden sadece bir tanesini seçerek kullanır. En temel, her şeyi kuşatan seçim; o toplumun paradigmasını, onun sayesinde deneyimlerin yorumlandığı kategoriler kümesini ifade eder. Paradigmalar toplumdan topluma değişir; Kuzey Amerikalıların algısal kapasiteleri üzerinde yapılmış iki çelişik çalışmanın da ortaya koyduğu gibi. Psikologlar, ana nüfusu incelemiş ve onun üyelerinin diyagonal çizgilere kıyasla yatay ve düşey çizgileri daha kolay algılayabildiklerini tespit etmişlerdir. Bunun, doğuştan gelen bir kabiliyet olması gerektiği sonucuna vardılar. Fakat başka psikologlar da yabani ortamda yetişmiş; Yerli Amerikalı deneklerle aynı deneyleri tekrar yapmışlar ve onların diyagonal çizgileri yatay ve düşey çizgiler kadar kolay algılayabildikleri sonucuna varmışlardır.

Şimdiki batı toplumu ve dünyanın geri kalan kısmının çoğu, batı biliminin algıları ve paradigmalarıyla yaşamaktadır; buna göre, gerçekliğin bilimsel algısı kaçınılmaz görünmektedir; artık geri kalan her şey mit, batıl inanç veya yanılsama diye reddedilmektedir. Oysa eskiden toplumlar son derece farklı kavrayışlar etrafında düzenlenmişti. Örneğin; kadim Çin'in Shang medeniyeti yaklaşık yedi asır canlı kalmıştır; bu dönemde büyük bir sanat anlayışı sergilenip çok girift yapılar inşa edilmiş

ve sosyal denge korunmuştur –bunların tümü imparatorun kâhin kaplumbağasına her gün danışmasına bağlıydı–.

Orta Çağ batı toplumu, dünyayı statik ve hiyerarşik olarak algılıyordu; onun her zaman aynı olduğunu kabul ediyordu. Her şeyin kendi doğası, amacı ve özgün bir yeri vardı. Bu düzenin bozulması –hastalıklar ve felaketler– insani günah veya zaafla Cennet Bahçesine girmişti. Dante'nin *İlahi Komedya*'sında ifade edilen Batlamyus ve Orta Çağ kozmolojisi, bin yıldan fazla bir süre canlı kalmıştı. Gezegenler, yıldızlar ve semalar; her biri kendi sakinleriyle birlikte dünyanın etrafında ortak merkezli daireler içinde dönüyordu. Bu görüş, Kopernik Devrimi ve bilimsel metodun doğuşuyla geçersiz kılındı.

17. yüzyılın bilimsel devrimi, ortaçağdan modern dünyaya yavaş bir geçişin bir parçası olarak; Rönesans ve Protestan Reform'a öncülük etti. Bunlar, bilim gibi otoriteye itaat yerine bireysel gözlem ve yargıyı öne çıkardı. Eski dirimselciliğin yerini alan atomlar ve mekanik kuvvetlere olan inanç, toplumun "atomları" olan bireylere duyulan benzeri inançla paralel yürümüştür. Siyaset felsefecisi John Locke, fizikte Newton düşüncesine hayranlık duymuş ve onu bilinçli bir şekilde takip etmiştir. Adam Smith'in liberal ekonomisinde, toplum piyasa güçleri tarafından bir arada tutulur; tıpkı fiziksel ve kimyasal kuvvetlerin atomları bir arada tutması gibi. Dolayısıyla genel eğilimin indirgemeci olduğunu söyleyebiliriz.

Her ne kadar Tanrı'ya ve insan özgürlüğüne inanç başta bu mekanikçi görüşü yumuşatmışsa da dini inanç yavaş yavaş söndü ve Newton modelinden alınan psikoloji, özgürlüğün yerine DETERMİNİZM'i koydu. Modernist kültür, altın çağında mekanikçi bilimi kendine ideal edinen materyalist ve pozitivist düşünürlerce dile getirildi; anlamsız mimari yapıların gelişmesi ve gelenek ile insani duygulardan uzaklaşmış kavramlara dayalı müzik ve edebiyatın sanatta öne çıkması, bunun göstergesidir.

Modernizm tek yanlıydı ve dolayısıyla yapısı gereği kararsızdı. Demokritos'un kasvetli "boşluktaki atomlar" görüşüne benzer şekilde, onu yaratmış bilim adamları ve felsefecilerin bilincine, değerlerine, zaferlerine ve trajedilerine yer vermiyordu. 20. yüzyıl, postmodern diye bilinen bir dizi tutum ve hareketlerden oluşan yaygın bir tepkiye şahit olmuştur. Postmodernizm,

mekanikçi bilim ve mantığın; dünyaya bakışın sadece bir yolu olduğunu savunuyordu. Kübist sanat, James Joyce'un son yazıları ve Henri Bergson, varoluşçular ve sonra Wittgenstein'ın felsefeleri, tümü akılcılığa ve tek bakış açısına bir alternatif gösterdi. Aynı zamanda, batılı olmayan bakış açılarına giderek artan bir ilgi oluştu.

Beşeri bilimlerdeki postmodern gelişmelere, pozitif bilimdeki mütekabil gelişmeler eşlik etti. ÖZEL İZAFİYET (1905) uzay-zaman için çoklu referans sistemlerini öne sürdü, KUANTUM FİZİĞİ; birbirini tamamlayan ve eşit ölçüde geçerli karşıt öğelerden oluşan çiftleri (örneğin, dalgalar ve parçacıklar) gündeme getirdi, HEİSENBERG BELİRSİZLİK İLKESİ, bağlama bağımlılığı dile getirdi ve HOLİZM, eski atomcu görüşü yıktı. Fraktallar ve kaos teoremi, Öklit'in basit geometrik şekillerinden çok uzak bitimsiz bir karmaşıklığın vizyonunu bize kazandırdı. Bilim organize olmuş basitlik arayışı olmaktan çıkıp düzensizlik, BELİRSİZLİK ve kendi kendini organize eden karmaşıklığı tanımlama çabasına dönüştü.

Bilimdeki bu gelişmeler, postmodern paradigmanın bir parçasıydı. Felsefe ve edebiyattaki karşılıklarından daha açık bir şekilde düşünülüp dile getirilip deneyimlenmesi hasebiyle, geniş bir kültürel ortamı aydınlatmaya yardım etti. Modernizmi geleneksel mantık ve akılcılıkla bir tutarsak; postmodernizmin de iki kolu, gidebileceği iki farklı yönü ortaya çıkar. O, rasyonalizm öncesi veya karşıtı duruşlara dayandırılabilir: Sanatta Dadaizme, Yeni Çağ düşüncesinin bazı yanlarına, edebiyat ve felsefede yapı sökümcülüğe ve çeşitli hedonizm veya boş inanç türlerine. Başka bir açıdan ise o, Zen koanlarına[7] veya mistik paradokslardaki akıl ötesi söylem biçimlerine yakınlaşma çabasını temsil eder. Söz konusu söylemler, akılcılığın değerini inkâr etmemekle birlikte eksik yanlarını tamamlama çabası içindedir.

Kuantum teoremi, daha basit ve akılcı olan Newton mekaniğini tamamlayan kapsamlı bir bağlama sahiptir. Kuantum paradoksları, Newton'cu algılamaların değerini inkâr etmez; onlar basitçe o algıları daha geniş bir bağlamın içine yerleştirir. Aynı şekilde, farklı gözlemcilerin farklı referans sistemleri daha büyük bir bütünün –hiçbir insan tarafından algılanamayan,

7. Zen yaşam biçiminde ustadan kalfaya bir aktarım yolu. (y.h.n.)

kendine özgü yasalara sahip dört boyutlu Tanrısal bakış açısının– parçalarını oluşturur. (Bkz. İZAFİYET VE İZAFİYETÇİLİK.) 20. yüzyıl matematik ve biliminin geliştirdiği yeni düzen türlerinin araştırılması, hayal gücümüzü zenginleştirebileceği gibi, belki de kültür içinde filizlenmeye başlayan yeni paradigmanın ana hatlarını da açıklayabilir.

Başlıca Araştırma Alanları

1. Termodinamik

19. yüzyıl termodinamiği iki büyük yasaya sahipti: Enerjinin korunumu (TERMODİNAMİĞİN İLK YASASI) ve ENTROPİ'nin artışı (TERMODİNAMİĞİN İKİNCİ YASASI). Bunlar İSTATİSTİKSEL MEKANİK'in temelini oluşturuyordu.

İkinci Yasa, evrenin bir saat düzenliliğiyle adım adım yavaşladığını veya soğuduğunu ileri sürdü. Bugün bu yasanın, sadece ne enerjinin ne de maddenin içeri girdiği veya dışarı çıktığı kapalı sistemlere uygulanabilir olduğunu biliyoruz. Canlı organizmalar veya hava durumu gibi AÇIK SİSTEMLER'de, yeni örüntüler (düzenler) yaratılabilir. (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON; DİSİPATİF YAPILAR.)

2. Biyoloji

17. yüzyılın bilimsel devriminden itibaren çoğu bilim adamı, bedeni, işleyen ayrı parçalardan ibaret bir makine olarak düşünmüşlerdir. O zaman gelişme, onarım, üreme ve güdü gibi yetilere nasıl sahip olabilir? DİRİMSELCİLİK, bu yetilerin mekanik bir bedende değil de özel bir yaşam kuvvetinde bulunduğunu ileri süren bir tepkiydi. Ama mekanikçi beden anlayışı galip geldi ve bilim adamları onu doğru bir şekilde ifade edecek modeller aramaya başladılar. (Bkz. YAPAY HAYAT; YAPI KOPYALAYAN MAKİNELER.)

DARWİNCİ EVRİM, mekanikçi biyoloji için genel kabul gören kavramsal bir çerçeveyi oluşturuyordu. Buna göre, kalıtım yoluyla nesilden nesile aktarılabilen değişim mutasyonları, organizmalar arasında rekabetçi bir mücadele ve en çok uyum sağlayanın hayatta kalması yoluyla ilerliyordu. DNA'nın keşfi, bilinen genetik yasalarını aydınlattı. ORTAK EVRİM, başka bir

mekanikçi teorem olarak rekabetten ziyade işbirliğini vurguluyordu. Tek bir genin mutasyonunun sadece göz rengi gibi bir özelliği değil, aynı zamanda büyük ölçekli bir örüntüyü değiştirdiği ortaya çıktı. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON'un seslendirilişiyle birlikte biyoloji yeni bir paradigmayla açılım kazandı. Şimdi, tüm biyolojik özelliklerin genetik işleyişe indirgenemeyeceği anlaşılmıştır. (Bkz. BELİRİŞ.) Anlayışta çekişmelere ve büyük boşluklara rağmen bugün biyoloji, daha zengin ve daha açıktır.

3. Sistemler Teoremi

1940'larda genel SİSTEMLER TEOREMİ, bilimlerde aşırı uzmanlaşmaya tepki olarak doğmuş ve daha bütüncül bir yaklaşımı ileri sürmüştür. Sistemler teoremi, pek çok disiplini –ekoloji, sosyoloji, mühendislik ve yönetim düşüncesinin bazı yanlarını– etkilemiştir. Söz konusu teorem, kara kutular diye adlandırılan sistem parçaları arasındaki pozitif ve negatif GERİBİLDİRİM kavramlarını içeriyordu. (Bkz. KARA KUTU; SİBERNETİK; BİLGİ; LİNEER OLMAMA.)

Bugün bir sistemi; teşvik ve engellemeyi temsil eden oklar (sebep halkaları) sayesinde, birbirine bağlı kara kutulardan oluşan bir dizi çizmek suretiyle analiz etmek, hâlâ gözdedir. Böyle bir şema, verili bir sistemin niteliksel performansını modellendirir ama o sistemin işleyişinin tüm temel özelliklerini anlamaya yeterli olup olmadığı şüphelidir. Sistemler teoremi, mekanikçi paradigma içinde kök salmış olduğu için bir sistemin parçalarının sisteme katılım yoluyla değiştiği bir holizm (bütüncülük) türünü modellendiremez. (Bkz. BAĞLAMSALCILIK.) Bu daha temelli holizm, yeni paradigmanın veya kuantum düşüncesinin ayırıcı özelliğidir. Sistemler teoreminin, daha evrensel düzenleri tanıma ve onları sistemlere uygulama tutkusu başarılamadı. 1960'lardan itibaren, sistemler teoremi faydalı bir araç olarak varlığını koruduysa da araştırmaya yönelik ilgi, karmaşıklık gibi başka yönlere kaydı.

4. Diğer Karmaşıklık Modelleri

1960'larda FELAKET TEOREMİ popüler oldu. Önceki fizik, lineerlik ve adım adım değişim üzerinde odaklanmışken; felaket teoremi, lineer olmama ve ani değişimi odak noktası olarak

seçti. Felaket teorisyenleri, sistemlerin nasıl süreksiz değiştiğini, örneğin; bir yayın nasıl kırıldığını veya suyun donduğunu, hatta karı kocanın nasıl tartıştığını inceledi. Çalışmaları, matematiksel bir sınıflandırma olarak görünüyordu ve odak noktaları ihmal edilmiş bir davranış alanıydı ama az sayıda ileri görüş veya öngörü üretebildi.

Kaos teoremi de başka türde bir lineer olmayan sistem üzerine eğildi. Son derece basit determinist sistemlerin, bir süreçteki başlangıç koşullarındaki çok küçük bir dengesizliğin defalarca tekrarlanarak sistemi kaotik tahmin edilemezliğe nasıl sıçrattığını gösterdi. (Bkz. TEKRARLAMA.) Nitekim hayvan nüfusları, yıllık üreme seyirlerindeki çok küçük değişikliklere tepki olarak muazzam dalgalanmalar sergileyebilir veya su, tekil moleküllerin akış tarzındaki çok küçük değişikliklerle birlikte türbülans haline geçebilir. (Bkz. ÇEKENLER; KELEBEK ETKİSİ; KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON; LİNEER OLMAMA; ÜÇ CİSİM PROBLEMİ.) FRAKTALLAR'ın matematiksel olarak incelenmesi, MANDELBROT KÜMESİ gibi bu konularda yakından bağlantılıdır. Fraktallarda, en mikroskobik ayrıntı miktarı bile yapının genel olarak nasıl olduğunu anlamamıza yeterli olmaz; onlar temelde indirgenemezdir. Sonuçta fraktal geometri; düz doğrular, düzlemler ve daireler üzerinde odaklanan Öklit geometrisinden bütünüyle farklıdır.

Kaos, karmaşık davranış türlerinden sadece biridir. KARMAŞIKLIK teoremi de büyük oranda bir ilgi çekmiştir; her ne kadar söz konusu karmaşıklığın genel bir tanımı olmasa da ve önerilen çok sayıda modele bağlı olsa da. En heyecan verici karmaşıklık tanımı; sistemlerin düzen ve kaos arasında hassas bir şekilde, en yaratıcı konumlarında oldukları KAOS SINIRI ile ilintilidir.

5. Eşevrelilik

EŞEVRELİLİK'in, bilhassa kuantum tipi düzenlenişin, klasik fizikte benzeri yoktur. Eşevreliliğin mikroskobik örnekleri; SÜPER İLETKENLER, SÜPER SIVILAR ve LAZERLERi içerir. Tüm bu yapılar, kuantum dalga fonksiyonunun FAZ'ının sistemin her yerinde sabit kaldığı, böylece tekil unsurların tamamen yerellikten uzaklaştığı; uzay ve zaman içinde bireysel olarak ayırt edilebilir bir özdeşliğe veya konuma sahip olmadığı BOSE-E-

İNSTEİN YOĞUNLAŞMASI'nın örnekleridir. Eşevreli kuantum sistemlerinin mecazları, uyumlu adımlarla yürüyen bir grup asker ile bir korodan çıkan pek çok sesin, sanki tek sesmiş gibi duyulmasıdır. Herbert Fröhlich, bir tür Bose-Einstein yoğunlaşmasının, kuramsal olarak canlı hücrelerde bulunabileceğini ileri sürmüştü. (Bkz. FRÖHLİCH SİSTEMLERİ.) Başkaları, beyinde böyle bir sistemin; bilincin birliğinin temelini oluşturabileceğini ileri sürdüler. (Bkz. BİR BİLİNÇ TEOREMİNE DOĞRU.)

6. Simetri

Önemli bir düzen türü olan simetri, temel parçacıklarla birlikte KOZMİK KUBBE'de (özet makale D) ele alınacaktır.

C. YENİ ZİHİN BİLİMLERİ

Zihin nedir? Ne yapabilir? Zihin, beynin ürünü müdür? Beyin, zihni nasıl meydana getirmektedir? Hayvanların zihni var mıdır? Peki ya bilgisayarların? Bilgisayar, beyin için iyi bir model midir? Biyoloji, beyni incelemede önemli midir? Farkındalık nedir? Bilinç nedir? Bir zihin, zihin olmak için bilinçli mi olmalıdır? Biyoloji veya fizik ya da hesap teoremleri, bilinci açıklayabilir mi?

Bunlar 20. yüzyıl yeni zihin bilimlerinin; psikoloji, sinirbilim ve bilişsel bilimin ileri sürdüğü sorulardan sadece birkaçıdır. Onların çoğu; kesin, evrensel olarak kabul edilen cevaplara sahip değildir. Belirsizlik ve spekülasyonun mayın tarlasıdırlar. Bu alanda; şu zamanda sorular, cevaplardan daha fazla heyecan vericidir. Her iyi bilim soruyla başlar ve zihin bilimleri henüz başlangıç aşamasındadır.

Zihin veya davranış bilimi olan psikoloji, yeni zihin bilimlerinin en eskisidir. Onun kökleri nedir? Hangi noktaya kadar o bir bilimdir? Psikoloji insan davranışının genel ilkelerini ve yasalarını araştırması hasebiyle sanat ve edebiyattan farklıdır. Ama fizik ve kimyadan ne açıdan farklılık gösterir? Öznel deneyimle nesnel inceleme ilişkilendirilebilir mi?

Psikolojiyle kastettiğimiz çoğu şey, toplumsal varlıklar olan bizlerin yaşamlarında saklıdır; hepimiz başkalarıyla ilişki kurmaya ve onları anlamaya çalışırız ve bunu yaparken onların "psikoloji"sini anlamaya gayret ederiz. Bu bir teoremden ziyade bir yetenektir. Zihinle ilgili bu örtük görüşler, eski zamanlardan

günümüze kadar gelen mitler, romanlar ve biyografilerde dahil olmak üzere tüm beşeri hikâyelerde bulunur. Daha açık görüşler, diğer disiplinlerin parçalarıdır. Eğitimde, çocukların en iyi şekilde nasıl eğitilebileceğini sorarız. Hukukta, insanların ne zaman eylemlerinden sorumlu tutulacağını, ne zaman tutulmayacağını açıklarız. Tıpta, hastalıklı zihin hallerinin nedenlerini ve onlar için en uygun tedavi yöntemlerini araştırırız. Siyasette, ne tür bir yönetim şekliyle insanların en iyi şekilde işbirliği kurabileceğini sorarız. Felsefede, insanın hayatının ne ölçüde beyni tarafından koşullandırıldığını ve onun dünyanın doğru bilgisini elde etmede ne kadar başarılı olabileceğini sorgularız.

İlk sistematik psikoloji incelemesi eski Yunanlılarda Platon ve Aristo'nun çalışmalarıyla başlamıştır. Her ikisi de insan ruhunun doğası ve onun bedenle ve dolayısıyla deneyim dünyasıyla ilişkisi üzerinde ağırlıklı olarak durmuştur. Platon, canın üç parçadan –akıl veya zihin, ruh ve arzu– oluştuğuna inanıyordu. Ona göre akıl en önemli olandı. O, kendi başına ölümsüzdü ve ruhun matematiksel doğruluğu kavrayabilme yetisine tekabül ediyordu. Platon'un; akılcı zihnin duyularının, akıldışı deneyiminden bütünüyle ayrı olduğu yönündeki kanısı, onun psikolojisini biyolojik köklerinden koparmıştı.

Oysa Aristo, zihin ile beden arasındaki ilişkiye ve canın "düşük" işlevlerine (algılama, beslenme ve üreme) büyük önem veriyordu. Canın dört işlevini birbirinden ayırmıştı: Düşünme, duyum, beslenme ve hareket. Bir doktorun oğlu ve deniz biyoloğu olarak kendisi, canlı varlıkların dünyasından yola çıkarak açıklamalarda bulunuyordu. Bu onu, psikolojisini biyolojiyle sıkı bir şekilde ilişkilendirmeye ve tüm doğayı aynı şekilde açıklamaya sevk etti. 20. yüzyıl psikologları, fiziksel dünyanın mekanik ilkelerini insan ruhuna veya psişesine uygulamaya çalışırken, Aristo, canı veya amaçlı ilkeleri tüm fiziksel doğaya uyguluyordu: "Doğa da zihin gibi, her zaman bir amaca binaen bir şey yapar". Hem Platon hem de Aristo; algılama, düşünme ve düş kurma hakkında hayli sistematik görüşler geliştirmişlerdir.

Doğu kültüründe bilincin sistematik bir şekilde incelenmesi, uzun süre dinsel geleneğin bir parçası olmuştur ama bu; batı psikolojisinde, John Locke ve diğer felsefecilerin yeni bir görüşü gündeme getirdiği 17. yüzyıl bilimsel devrimine kadar kendi

başına bir konu olamamıştır. Locke; hafıza, anlayış ve irade gibi zihinsel yetilerden söz etmek yerine bunları "idealar" diye adlandırdığı daha küçük parçalara bölerek incelemeye çalıştı. Bu idealar (kırmızılık ve yuvarlaklık gibi özellikler), yeni fizik biliminin atomlarına benziyordu. İdealar algıyla oluşturuluyor, hafızada depolanıyor ve sonra onlardan yeni kombinasyonlar üretiliyordu. Onlar birbirleriyle benzerlik, zıtlık veya yekparelik sayesinde ilişkiliydi. Bu yaklaşım, zihinsel deneyimin bilimsel bir incelemesine doğru bir ilerlemeyi temsil ediyordu ama bilimden ziyade felsefeyi barındırıyordu içinde.

René Descartes ve Newton da dahil olmak üzere bilimsel devrimin kurucularının çoğu dindar Hıristiyanlardı. Fiziksel dünyanın mekanik bir modeline sahiptiler ama ayrı ve ölümsüz ruhların varlığına inanıyorlardı. Katı bireyci olsalar da herkesin Tanrı'nın yasalarına göre yaşaması gerektiği görüşünü paylaşıyorlardı. Sonuçta Hıristiyanlık güçlü kaldığı sürece, batıda psikolojiye pek gerek yoktu. Oysa Hinduizm ve Budizm'de ruhsal gelişim, psikolojiyi dinin bir parçası yapan itaatten ziyade; bir aydınlanma vizyonu meselesidir.

Descartes, insani düşünme alışkanlıklarına olan inancı ve bu noktada insanın otoritesini tümüyle reddederken; insani dünyaya olan inancı dolaylı bir yoldan sürdürerek Tanrı inancına ulaşmıştır. Descartes, Tanrı'nın kendisine algı ve ideaları verdiğine ve kendisini aldatmayacağına inanıyordu; iki asır sonra Friedrich Nietzsche, aynı şekilde tüm otoriteleri ve kazanılmış hakikati reddetti ama Tanrı'ya inanmaması onu insan psikolojisinin ince ayrıntılarını keşfetmeye itti. Onun, 19. yüzyılın sonuna doğru hissedilen ruhsal boşluğu, psikolojik gelişim üzerine eğilerek doldurma girişimi 20. yüzyıl düşüncesi üzerinde güçlü bir etki yaptı. Ancak insan doğası üzerindeki vurgu, dini etkiden koparılabildiği zaman psikoloji kendi başına varlık sahasına çıktı. (Bkz. 20. YÜZYILDA PSİKOLOJİ ve onun referansları.)

Deneysel psikoloji, insanların veya hayvanların laboratuarda incelenmesidir. Bu şimdi, bir asırdan fazla bir geçmişe sahiptir ama kimi sınırlamalarla karşı karşıyadır. Eğer deneysel psikoloji kendini herkes tarafından gözlemlenebilen davranışla (Bkz. DAVRANIŞÇILIK) sınırlandırırsa, insanlar hakkında bizi ilgilendiren çoğu şeyi dışarıda tutmuş olur. Eğer o, insanların

deneyimlerine dayanırsa; verileri fizik ve kimya verileri gibi nesnel olarak test edilemez olur. Aynı ikilem, klinik ve sosyal psikoloji alanlarını da etkilemektedir.

Zihin bilimlerine ikinci yaklaşım SİNİRBİLİMİ'nden gelir. Sinirbilim, bize uyarım ve tepki arasında gerçekleşen beyin faaliyetleri hakkında nesnel bilgiler sunduğundan, daha dar olan davranışçı paradigmanın ötesine geçer. Bugün, büyük oranda gelişmiş BEYİN İNCELEME METOTLARI'na sahibiz. Sinirbilimdeki ilerleme, neredeyse baş döndürücü bir hızda gerçekleşti. Beynin, zihinsel hayatımız içindeki yaşamsal rolüyle ilgili herhangi bir ayrıntılı bilgi, 150 yıldan daha az sürelik bir geçmişe sahiptir. Daha 1906'da Camillo Golgi ve S. Ramony Cajal, nöronu –beyin maddesinin çoğunluğunu oluşturan temel hücresel yapı– keşfettikleri için Nobel Ödülünü kazandılar.

Geçen yüzyılda teknolojideki hızlı gelişmelerin yol açtığı, beynin anatomisi ve fizyolojisiyle ilgili günümüzdeki bilgi patlaması, önümüze karmaşık bir olgular kümesi çıkarmıştır. Artık nöronlar, nöron demetleri, onların bağlantıları, molekül yapıları ve beynin hangi alanlarının hangi zihinsel yetilerle ilişkili olduğu konusunda çok şey biliyoruz. Beyin hasarları ve beyindeki belli kimyasal maddelerin psikiyatrik hastalıklarda oynadığı rolle ilgili bilgilerimiz de hayli arttı. Ne var ki tüm bu bilgiler –ve bilebileceğimiz şeyin sadece minik bir parçasını bildiğimiz gerçeği– şimdiye kadar zihin ve beyinle ilgili kapsamlı bir teoreme dönüştürülmemiştir. Dahası sinirbilim, moleküller ve hücre altı yapılardan (Bkz. NANOBİYOLOJİ.) büyük sistemlere (Bkz. HAFIZA; ALGI; PSİKİYATRİ; DÜŞÜNME) kadar pek çok büyüklükteki düzenleri kapsasa da bu değişik düzeylerdeki araştırmacıların keşifleri şimdiye kadar birleştirilmemiştir. Bunun yapılabilmesi için sadece daha çok bilgiye değil, daha doğru bir bütüncül modele ihtiyacımız vardır. Bu ise kavramsal bir buluşu gerekli kılmaktadır.

Bilgisayar teknolojisindeki devrim ve bilgisayarların çalışma tarzları ile insanın düşünme biçiminin bazı yanları arasında yapılan boşa ümitlerle dolu benzetmeler, zihnin güçlü bir bilgisayarcı modeline yol açmıştır. (Bkz. BİLGİSAYAR TABANLI PSİKOLOJİ) Çoğu bilişsel bilim adamı, bu modeli bir şekilde adapte etmiş ve araştırma konularını ve felsefi fikirlerini yönlendirmede kullan-

mıştır. YAPAY ZEKÂ araştırması insani düşünme biçimiyle bilgisayarın yapabildikleri arasındaki benzerliklere dayanır. Beyin, "zihin makinesi" olarak algılanır. Ama bilgisayar bilinçli değildir. Ne sevinç duyar ne de acı; amaçlı hareket etmez. Eleştirmenler bilgisayarın beyin için iyi bir model olduğuna ciddi bir şekilde nasıl inanılabileceğini merak etmektedirler. Yapay zekâ taraftarları bunun sadece bir zaman meselesi olduğunu, bilgisayar teknolojisinin gözlemlenen faklılıkları yakaladığında meselenin hallolacağını savunmaktadır. (Bkz. UZMAN SİSTEMLER.)

Yeni BİLİŞSEL BİLİM, felsefecilerin ortaya attığı soruları, psikologların topladıkları bilgileri ve sinirbiliminin beynin içsel faaliyetine ilişkin elde ettiği bilgiyi birleştirme çabası içindedir. Bilişsel bilimin amacı, fizyolojik temeliyle birlikte zihinsel kapasitenin birleşik bir şemasını elde etmektir ama şimdiye kadar ki pratiğe bakıldığında, onun deneyimimizin sadece sınırlı yanlarına –biliş veya düşünmeye– eğildiği; duygu, bilinç ve yaratıcılığı açıkça ihmal ettiği görülür. Bilişsel bilim, ayrıca bilgisayar bilimindeki devrime esir olmuş; böylece Newton'un mekanikçi paradigmasını ve özellikle hesaplanabilirliğini kendine uyarlamıştır (Bkz. CHURCH-TURİNG TEZİ; FORMEL HESAPLAMA; SİNİRSEL ŞEBEKELER). İnsani düşünme biçimi makinelerin yapabildiği veya taklit edebildiği şeyler üzerinde modellendirilir. En iyi şekilde anlaşılan zihinsel yetiler ve esas sinirsel temeller en fazla bilgisayar devrelerine benzemektedir. Sonuç, insani düşünme biçiminin bazı yanlarının güçlü bir modeli olmuştur; bununla birlikte zihinsel deneyimin indirgemeci bir şemaya sokulamayacak yanları da rahatlıkla ihmal edilmiştir.

Bu yüzyılın diğer bilimlerinde bariz yeni bir paradigma ortaya çıkarken, zihin bilimleri hiçbirinin açıkça savunulmadığı bir dizi model veya paradigma sunmaktadır. Bazıları, "zihnin özü" ile beynin muhtevasını temelde ayrı olarak gören eski düalist modellerin 20. yüzyıl versiyonlarıdır. Çoğu indirgemeci modellerdir; mekanizme ve onun modern bilgisayar çağındaki karşılığına hapsolmuştur; bunlar bir gün tüm zihinsel faaliyetin sinirsel etkinlik ile açıklanabileceğini savunmaktadırlar. Bir iki model, Darwinci biyolojiye veya kuantum teoremi, kaos ve karmaşıklık gibi yeni bilimlere dayanır. Bazı gözlemciler, söz konusu alanı, meşhur kör adamlar ve fil hikâyesiyle kıyaslar. Her

disiplin veya araştırma grubu hayatın bir yanıyla veya beynin bir kısmıyla ilgili tecrübeye sahip olarak, cahil bir şekilde "Evet! İşte beyin buna benzer ve böyle çalışır." demektedir. Ama hiç kimse henüz fili görmüş değildir.

Aslında her birimiz filiz. Günlük hayat gereği diğer "filler" ile birlikte ve onlarla ilişki içinde yaşarız. Sağduyu ve sezgimiz zihnin doğası, zihne sahip insanların yapmaya elverişli oldukları şeyler ve hatta onları niçin yaptıkları hakkında bize çok şey söyler. Fakat bu doğrudan deneyim bilimsel bilgiye ne ölçüde çevrilebilir? Tek başına deneyimimiz bize, hangi sinirsel veya sinir altı faaliyetin âşık olmak veya kızmak türünden şeylere eşlik ettiğini asla söyleyemez.

Bilinç ve onun etkin olduğu yaratıcılık, mevcut sinirbilimler ve başat bilişsel zihin modelleri içinde ihmal edilmiş en göz kamaştırıcı konulardır (Bkz. BİR BİLİNÇ BİLİMİNE DOĞRU). Bu ihmal, zihin bilimiyle ilgili ilginç ama henüz başat olmayan ateşli araştırmalar ve spekülasyonlara yol açmıştır. Sinir altı düzeydeki kuantum aktivitesi, bilinç deneyimi ve onun birliğini mi doğurmaktadır? Sinir sinapslarının ateşlenmesindeki düzenli aktivite, sürgit görsel örüntüleri veya hatta çok iyi bilinen tutumları açıklar mı? Bu ZİHİNLE İLGİLİ KAOS TEOREMLERİ'ne mi götürür bizi? Sinirsel yapısı deneyimle sürekli diyalog halinde olduğu için mi beyin yaratıcıdır? Yaratıcı düşünme faaliyeti hesaplanamaz mıdır (yani bilgisayar tarafından taklit edilemez midir) ve muhtemelen kökeninde kuantum mu vardır? Bunlar, zihin bilimlerinin sınırlarını zorlayan bazı ufuk açıcı sorulardır. Bizler hâlâ ZİHİN-BEDEN SORUNU'nu yeterli derece kavramış değiliz ki bu olmadan zihin bilimlerimiz sağlam bir şekilde temellendirilemez.

D. KOZMİK KUBBE

Semalar, her zaman insani araştırmanın ve tefekkürün merkezi bir odak noktası olmuştur. Nitekim insan türü, daha çocukluk dönemindeyken geceleyin huşu, merak ve kafalarında uyanan sorularla gökyüzüne bakmıştı. Kâinat bir bütün olarak neye benzer? Ne zaman başlamıştır? Nasıl oluşmuştur? Sonunda ne olacaktır? Yıldızlar ve gezegenler neden yapılmıştır ve onları gökyüzünde tutan şey nedir? Yeryüzü ve onun sakinleri, genel evrensel şema ile ne tür bir ilişkiye sahiptir? Bunların tümünün

ardında bir zekâ var mıdır; başka yerlerde yaşayan başka zeki varlıklar mevcut mudur?

Bu sorular, hep beşeri mitoloji ve dinin merkezinde yer almıştır. Eski Yunan felsefesinde ve erken dönem bilimde bunlar, "evren bilimi" olan KOZMOLOJİ'nin konularıydı. Daha modern zamanlarda, bu sorular, GÖZLEMSEL ASTRONOMİ tarafından elde edilen olgusal veriler ve aynı fizik yasalarının hem yeri hem de göğü yönettiğinin fizikçiler tarafından anlaşılmasıyla harmanlandı; böylece 20. yüzyılın başlarında modern kozmoloji bilimi doğdu. Bu noktada bilimin büyük oranda –Einstein'ın büyük ölçekli izafiyet denklemleri, Newton'un kütle çekimi çalışması, Maxwell'in ışık için geliştirdiği dalga denklemleri ve kuantum teoremiyle parçacık fiziğinin sonsuz küçüklükteki dünyalarının– birleştiğini görmeye başlarız. KUANTUM KÜTLE-ÇEKİMİ ve KUANTUM ALAN TEOREMİ olarak adlandırılan yeni bilimler sayesinde, evrenin dört temel kuvvetini –kütle çekimi, elektromanyetizma, güçlü ve zayıf çekirdek kuvvetler– her şeyi kapsayan bir Her Şeyin Teoremi içinde birleştirme çabaları sarf edilmiştir (Bkz. HER ŞEYİN TEOREMLERİ).

Gözlemsel astronomi, insanoğlunun en eski müspet bilimidir. Ta başından beri gökyüzü araştırmamız, doğrudan gözleme ve pratik amaçlar için kullanılabilen titiz veri birikimine dayanıyordu. Ne var ki eski tarih öncesi dönemde bu gözlemler mit ve dinle beraberdi. Tarih öncesi dönemde yaşayan insanlar tanrıları ve kahramanları semalardaki takımyıldızları olarak görüyorlardı ama yine de onları seferler ve zaman ayarının yardımcıları olarak kullanıyorlardı. Yılın günleri, ayları ve mevsimleri güneş, ay ve yıldızların görünür hareketleriyle ölçülebiliyordu. Yıldızlar görece konumlarıyla sabit haldeydiler; yedi seyyar nesne –Güneş, Ay ve görünür yedi gezegen olan Merkür, Venüs Mars, Jüpiter ve Satürn– için zemin oluşturan bir kubbe olarak. Gezegenler, Yunancada "wanderers"[8] anlamına gelmektedir. Babilliler yedi gezegeni, her biri haftanın bir gününü yöneten tanrılarla ilişkilendirmişlerdi. Mit unsurundan dolayı, astronomi ve astroloji birlikte gelişmiştir.

Bazı eski Yunanlılar, astronomik gözlemin bilimsel yanını geliştirdiler. Ay tutulmaları sırasında, dünya hep ayın yü-

8. Wanderers: İngilizce gayesizce dolaşanlar anlamına gelmektedir. (y.h.n.)

zeyinde eğri bir gölge bırakıyordu; bu da dünyanın aydan yaklaşık üç kat büyük bir küre olduğu sonucuna yol açıyordu. Eratosthenes, güneşin en tepede olduğu zaman öğlenin farklı zamanlarda ve farklı uzunluklarda gerçekleştiğini gözlemişti. Bundan yola çıkarak dünyanın büyüklüğünü doğruya oldukça yakın bir şekilde hesapladı. Bazı eski Yunanlılar, güneşin dünyadan hayli büyük olduğunu düşünüyorlardı ama iki cisim arasındaki mesafeyi ölçmenin bir yolunu bilmedikleri için dünya ile güneşin görece büyüklüklerini doğru şekilde ölçme imkânından yoksundular.

Eski Yunanlılar, dünyanın güneşin etrafında döndüğüne inanıyorlardı ancak sonraki dinsel saikler ve fizikle ilgili yanlış akıl yürütme, Aristo ve Batlamyus'un yer merkezli teoremlerini öne çıkardı. Dünyanın düz olduğuna ve evrenin merkezinde durgun hâlde bulunduğuna; Güneş, Ay, gezegenler ve yıldızların dünyanın etrafında döndüğüne inanılıyordu. Semavi kürelerin farklı bir maddeden, esirden yapıldığına inanılıyordu. Cennetin yıldızların ardında bulunduğu, cehennemin de dünyanın altında yer aldığı kabul ediliyordu. Sağ duyunun bazı nitelikleri, eski astrolojik dinler ve Hıristiyanlığı birleştiren bu vizyon ortaçağa kadar 1.500 yıl varlığını sürdürmüştür.

16. yüzyılda Kopernik, güneş sistemi ve onun hareketleri için çok daha basit bir model önerdi. Buna göre Dünya ve beş görünür gezegen, Güneş'in etrafında dolanıyordu. Yeni icat edilen teleskopla elde edilen kanıta dayanan Galileo ve Kepler de bu görüşü destekledi. Kilise Galileo'ya zorla sözünü geri aldırdı. (Kopernik, eserinin yayınlandığı yıl ölerek kınamadan kurtuldu.) Ne var ki sonunda Kopernik'in görüşü galip geldi. İnsanlar, semavi cisimlerin yeryüzündeki cisimler gibi aynı maddeden yapıldığını ve aynı fiziksel yasalara bağlı olduklarını anladılar.

Kopernik'in zaferi, kozmolojide temel bir paradigma kaymasıdır. Astronomi, felsefe ve dinden ayrıldı. Hakikatin vahye veya geleneğe dayalı olduğu yönündeki ortaçağ inanışı, yerini akıl ve gözleme duyulan bilimsel inanca bıraktı. Yaratılışın merkez noktası olan ve yukarıdan sevgi dolu bir Tanrı tarafından gözetlenen dünya manzarası, dünyanın engin evren içinde oldukça küçük ve sıradan bir parça olduğu yönündeki soğuk görüşe bıraktı yerini.

Eski bilimsel paradigmaya göre evren statikti. O, ya az veya çok şimdiki koşulları içinde hep var olagelmiş ve varola gidecekti (Bkz. KUSURSUZ KOZMOLOJİK İLKE) ya da geçmişte bir zaman yaratılmış ve Hüküm Gününe kadar da hep aynı kalacaktı. Bu statik evren sonsuz ve muhteva bakımından da tamamen özdeşti (Bkz. KOZMOLOJİK İLKE). Newton, statik evren yasasını kabul etmişti fakat yıldızların sonsuz sayıda olması gerektiğini zira sonsuz zaman ve mekân içinde sonlu bir düzenin evrensel kütle çekimi yasası nedeniyle kaçınılmaz bir şekilde kümeleşeceğini savunuyordu. 19. yüzyılda artan ENTROPİ yasası evrenin adım adım yavaşladığı yönünde kasvetli bir tahminde bulundu.

Kozmolojide başka bir devrimci paradigma kaymasına, 20. yüzyılda şahit olundu. Einstein'ın GENEL İZAFİYET TEOREMİ (1915), uzay-zamanın ve onun madde ve kütle çekimiyle olan bağlantısının yeni ve daha doğruya yakın bir vizyonunu sundu. Şimdi Einstein'ın deneysel kanıtlarla iyice desteklenmiş denklemlerine göre bir bütün olarak evren, statik olamazdı. O, ya genleşmekte veya büzüşmektedir. İronik bir şekilde Einstein, çalışmasının ortaya koyduğu sonuçlardan hoşlanmamıştı ve denklemleriyle oynayarak statik bir evren ihtimalini yeniden tesis etmeye çalıştı. Tahminleri değiştiren kozmolojik sabit diye adlandırdığı bir sabiti, keyfi bir şekilde ekledi. Astronom Edwin Hubble, bizlerin esasında GENİŞLEYEN EVREN'de yaşadığımızı gösterdikten sonra, Einstein, kozmolojik sabitinden şüphelenerek, "hayatımın en büyük gafı" demiştir.

Bugün neredeyse tüm astronomlar, evrenin genişlediği noktasında hem fikirler. O, hemen hemen sonsuz sıcak ve yoğun bir nokta olarak 10 ile 20 milyar yıl önce BÜYÜK PATLAMA ile başlamıştır. Kütle çekimi evrende büyük ölçekler üzerinde etkili olan en önemli kuvvettir. Elektromanyetik kuvvetten farklı olarak her zaman çekicidir, etkileri birbirini sönümlendirmekten ziyade güçlendirir. Sonuçta kütle çekimi evrenin genişlemesini yavaşlatır. Yayılmanın sonsuza kadar mı devam edeceği yoksa bir noktada evrenin tek bir noktaya mı çökeceği –Büyük Sıkışma– hâlâ bilinmemektedir.

Evren genişlerken soğumuş, evrenin yapıldığı maddenin farklı formlar aldığı çeşitli FAZ GEÇİŞLERİ, buharın suya, suyun da buza dönüşmesi gibi meydana gelmiştir. Buna yol açan evrimsel

süreç, her birinin kendine özgü niteliklere sahip olduğu yedi döneme ayrılabilir. (Bkz. Şema 1.)

Gözlemsel astronomi daha iyi teleskoplar, radyo teleskopları, uydu gözlemcileri ve diğer pek çok teknolojik aracın yardımıyla pek çok açıdan dinamik bir şekilde değişen evren hakkındaki bilgilerimizi büyük oranda artırmıştır. Yalnızca dünyevi yaşam biçimleri değil, yıldızlar ve evrenin kendisi de doğar, yaşar ve ölür. Bu yüzyılda, parçacık fiziğinin gelişimi en azından evrendeki bazı yüksek enerjili işlemlerin –YILDIZLAR'ın enerjisini temin eden nükleer tepkimeler gibi– iyi kuramsal modellerini sunmuştur. Kozmoloji, gözlemsel astronomi ve parçacık fiziğinin kesişimi birleşik bir bilim dalını doğurmaktadır. Ancak evrendeki çok eski ve yüksek enerjili işlemler, belki de en çok felsefi ilgiye mazhar olmakta ve gözümüzden kaçmaktadır.

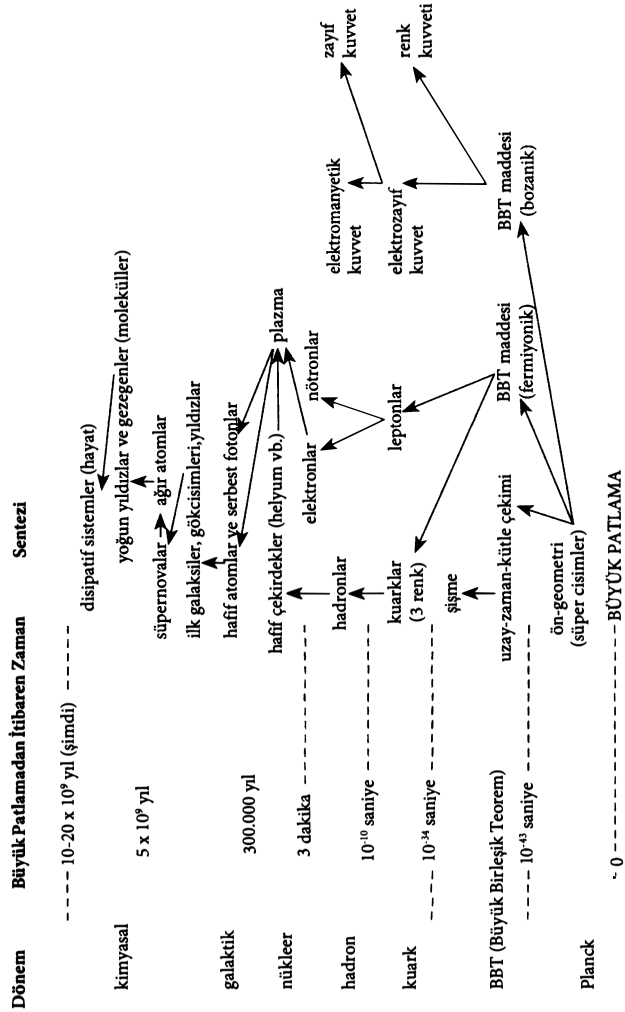
Kozmik evrimin yedi döneminin son ikisinde –galaktik ve kimyasal dönemlerde– parlak nesneler, teleskoplarla doğrudan gözlemlenebilir. 10^{10} ışık yılı ötedeki bir kuasarı gözlemlerken, onu 10^{10} yıl önceki haliyle görürüz. Böylece eskiden bugünkülerden çok daha fazla sayıda radyo galaksisinin mevcut olduğunu anlayabiliriz. Ama hiçbir teleskobun elde edemeyeceği bazı veriler de vardır.

300.000 yıldan daha eski zamanlarda evren, PLAZMA'dan, etkileşen ışıma ve yüklü parçacıklardan meydana gelen, şeffaf olmayan ve sıcak bir "çorba"dan oluşuyordu. Sonunda o, elektronların ve çekirdeklerin birleşerek nötr, hafif atomları oluşturmalarına ve şeffaf olmalarına imkân tanıyacak kadar soğudu. Bugün gözlemlediğimiz KOZMİK ARKAALAN RADYASYONU, evrenin mutlak değil fakat yaklaşık olarak özdeş olduğu bu dönemde oluşmuştur. (Bkz. MİKRODALGA ARKAALANDA BURUŞUKLUKLAR)

Bugünün yüksek enerji fiziği, evrenin 10^{34} ilâ 300.000 yıl yaşları arasındaki dönemde gerçekleşen enerji faaliyetlerinin kesin modellerini bizlere sunmaktadır. Bu kuarklar ve diğer temel parçacıklarla kuvvetlerin oluştuğu dönemdi. Parçacık fiziğinin STANDART MODEL'i bu parçacıkları ve ilişkilerini tanımlar ve onun tahminleri, Büyük Patlamadan 10^{10} saniye sonrasındaki enerji miktarlarına dek varan parçacık hızlandırıcıları içinde test edilebilir. Şimdiye kadar toplanmış tüm

deneysel veriler, Standart Modelle uyuşmaktadır ve modelin erken evrenin kimyasal yapısıyla ilgili öngörüleri de astronomik gözlemlerle uyuşmaktadır. Bu, kozmologlara standart modelin Büyük Patlamadan üç saniye sonrasına ait deneysel verilerle sağlamasını yapma imkânını verir. Yine de bu model pek çok şeyi açıklayamamaktadır ve çoğu kozmolog daha birleşik ve esaslı bir teorem arayışı içindedir.

ŞEMA 1
Evrenin Dönemleri



Evriminin ilk iki döneminde evrenin yapısıyla ilgili görüşler spekülatiftir. BÜYÜK BİRLEŞİK TEOREMLER'in çeşitli versiyonları vardır. Bu çok erken evren döneminde devasa ve ani bir genişleme, şişme teoremine izin vermektedir ki bu teorem Büyük Patlama modelindeki çeşitli sorulara çözüm getirmektedir (Bkz. ŞİŞME TEOREMİ). Ancak bu teoremleri deneysel olarak sınama imkânımız yok; bunu yapmak güneş sisteminden bile büyük bir parçacık hızlandırıcısını gerekli kılmaktadır! Evrenin daha ilk dönemi olan PLANCK DÖNEMİ için tam bir teoreme –her ne kadar çeşitli kavramlar heyecan verici felsefi sorgulamaları gündeme getirse de– sahip değiliz. Bu dönem, bildiğimiz kadarıyla evrimin ileri pek çok katmanını içermektedir.

Parçacık Fiziği

Kozmoloji ve parçacık fiziği, evreni inceleme çalışmasında el ele verir. Fizik, üzerinde kuvvet etkin olduğu zaman maddenin sergilediği davranışı inceler. Bu varlığın üç boyutunun, her birinin temel doğası adım adım analiz edilmiştir. 19. yüzyılın sonlarında kütle çekimi ve elektromanyetik kuvvetler gayet iyi anlaşılmıştı. Maddenin doksan çeşit atomdan oluştuğu, atomların birleşerek molekülleri oluşturduğu düşünülüyordu. Ondan sonra parçacık fiziği, giderek artan enerjilerde rastlanan temel yapının ileri düzeylerini açıklığa kavuşturdu. (Bkz. Şema 2)

Şimdiki bilgi düzeyimizden, parçacık fiziğinin standart modelinden yola çıkarak sadece iki temel madde (fermiyonik) parçacığı olan kuark ve leptonun ve onlarla ilişkili ANTİMADDE parçacıklarının bulunduğunu söyleyebiliriz. Parçacık fiziğinin küçük ölçeğinde ihmal edilebilir olan kütle çekiminden ayrı olarak, iki temel (bozonik) kuvvet vardır; sadece kuarkları etkileyen renk kuvveti (güçlü çekirdek kuvvetini üretir) ve kuarkları ve leptonları etkileyen elektro zayıf kuvvet (Bkz. BOZONLAR; FERMİYONLAR).

ŞEMA 2: MADDENİN ANALİZİ

Cisimler	Muhtevası	Paylaşılan, Değiş Tokuş Edilen Parçacıklar	Kuvvet
moleküller	atomlar	elektronlar	kimyasal kuvvet
atomlar	çekirdek ve elektronlar	fotonlar	elektrik kuvveti
çekirdekler	hadronlar (nötronlar ve protonlar)	pi-mezonlar	güçlü çekirdek kuvveti
hadronlar (protonlar, nötronlar, mezonlar)	kuarklar	gluonlar	zayıf çekirdek kuvveti

KUTU 2

Standart Model

Madde (fermiyonlar) { kuarklar (3 renk x 6 çeşit); 6 lepton { 3 elektron; 3 nötron }

Kuvvetler (bozonlar) { renk kuvveti (8 gluon); elektrozayıf kuvvet { elektromanyetik kuvvet (fotonlar); zayıf kuvvet (W±, Z° bozonlar) }

Kutu 2'de gösterilen madde/kuvvet sınıflaması, evrenin evriminde kuark dönemiyle hadron dönemine tekabül eder. Fermiyonik ve bozonik dallar arasında ilginç simetriler sunar (Bkz. SÜPERSİMETRİ). KUANTUM RENK DİNAMİĞİ, renk kuvvetinin kuarklar üzerindeki etkisini açıklar; elektromanyetik teorem ELEKTROZAYIF KUVVET'in fermiyonlar üzerindeki etkilerini ortaya koyar. Bu iki teorem birlikte, şimdiye kadar parçacık fiziğinde toplanmış tüm deneysel sonuçları açıklayan Standart Modeli oluşturur. Üzerinde deney yapamadığımız yüksek enerji olgularını açıklamak için bir Büyük Birleşik Teoreme veya Her şeyin Teoremine ihtiyacımız vardır.

Her ne kadar parçacık fiziğinin Standart Modeli, içerdiği enerjiler açısından tam olsa da onu anlamak için daha geniş bir çerçeve içine yerleştirmemiz gerekmektedir. Sözünü ettiğimiz enerji düzeyinde, ÖZEL İZAFİYET uygulanmalıdır. Parçacıklar enerjiden meydana getirilebilir ve tekrar enerjiye dönüştürülebilir. Temel kuantum teoremi bu olayları izah edemez; o, kuantum alan teoreminin gelişmesiyle ileri bir açılım kazanmıştır. Kuantum alan teoreminde "parçacıklar" kalıcı nesneler olarak görülmez; bunun yerine –bir yaydaki titreşimler gibi– temel KUANTUM VAKUMU'nun uyarılmış halleri olarak görülür.

Simetri

Yüksek enerji fiziğinde, simetri kavramları önemlidir. Uzay-zaman simetrileri gündelik dünyada boldur; güneşin yuvarlak diski, bir hayvan bedeninin sağ ve sol tarafı, bir duvar kâğıdı tasarımı veya tekrarlayan bir müzik ritmi. Daha soyut olarak, "tarafsız" adalet söylemi veya her yerde aynı olan kütle çekimi yasası da bir çeşit simetriye tekabül eder. Simetri, fizik yasalarını ifade etmenin temel bir yolu olmuştur.

Eğer aynı tema iki veya daha fazla kez tekrarlanırsa bir simetriye sahip olur. Simetrinin derecesi ve türü, tema örneklerinin müzik makamlarını çaldıkları –simetri grubu diye adlandırılan– gruplarla tanımlanır. Ayna simetrisi aynı temayı nesne ve yansıması olarak iki kez gösterir; bir kişinin sağ ve sol tarafı gibi. Onun (ayrık) simetri grubunda sadece iki eleman vardır. Pozitif ve negatif elektrik yükleri, ayna simetrisine sahiptir. Ama bir dairenin tam dönüşleri sanki onu az önce yapmış gibi bir görüntü bırakır. Bu, matematikçiler tarafından U (1) diye adlandırılan sonsuz (sürekli) simetri grubudur. Bu grup, elektromanyetik teoremde de önemli bir yere sahiptir.

Bir nesne simetriye sahipse, tanımlanacak daha az niteliğe sahip olur ve daha az BİLGİ içerir. Yalnızca temayı ve onun tekrarlanış biçimlerini açıklamamız yeter; tıpkı benzer evlerden oluşan bir dizideki bir ev gibi. Bilimsel yasalar şu şekilde ifade edilebilir: Bir şey, bütün zamanlar ve mekânlarda aynıdır. Öte yandan eğer bir sistem farklılaşmış bir duruma doğru faz geçişleri gerçekleştirirse tanımlanacak daha çok niteliğe sahip olur ve daha fazla bilgi içerir. Bir kar tanesi kristali sadece altı yönde aynı

görünür. Bu, hem farklı dönemlerden geçen evrenin evriminde hem de biyolojik evrimde önemli bir olgu olan SİMETRİNİN BOZULMASI'na bir örnektir. Nerede yapı karmaşıklaşıyorsa, orada simetri –ya da en azından başlangıçtaki simetri– kaybolur.

Önemli bir matematik teoremi vardır; Noether Teoremi. Buna göre, ne zaman fiziksel yasalar SÜREKLİ SİMETRİLER'e sahip olursa, o zaman söz konusu fiziksel nicelik korunur. Fizik yasaları her yerde –diyelim ki Amerika ve Çin'de– aynı olduğu için, fiziksel işlemlerde momentumun korunması gerektiği kanıtlanabilir. Dinamiğe simetri açısından eğilen bu yaklaşım, eski yaklaşımlar kadar güçlüdür ve muhtemelen sezgisel yolla kavranması da daha kolaydır. Bu teorem, soyut (uzamsal olmayan) simetrilere, özellikle de doğanın dört kuvvetinin tümünü temsil etmek için kullanılmakta olan GAUGE ALANLARI'na uygulanır.

Felsefi açıdan bakıldığında, simetri ile fiziksel özelliklerin korunumu arasında bir gerilimin olması ilginç görünmektedir; bir yanda momentum ve enerji, diğer yanda daha dinamik evrim, öz-organizasyon ve simetrinin bozulması. Doğa, ya kendini korumakta veya ileriye doğru büyük bir sıçrayış yapmaktadır. Bu durum çeşitli, ilginç ama çözülmemiş soruları gündeme getirmektedir. Evrim mi yoksa korunum mu daha temeldir? Bu ikisi arasındaki dengeyi garantiye alacak mutlak sabit yasalar var mıdır? Evrenin her varlık düzeyinde evrimci eğilimleri var mıdır?

Ayrık simetriler fizik yasalarında önemlidir. Üç ayna simetrisi: yük (artıya karşı eksi), eşitlik (sağ taraflılığa karşı sol taraflılık) ve zaman (ileriye karşı geri) (Bkz. YEZ SİMETRİSİ). Fermiyonlar (madde) ile bozonlar (kuvvetler) arasında bir süper simetri öne sürülmüştür ama bu aşamada söz konusu öneri spekülatif olma durumunu korumaktadır. Sonunda, Standart Modelin LEPTONLAR'ı ve KUARKLAR'ı ve çok sayıda HADRONLAR'ı kurallı düzenler oluşturur; tıpkı bir asır önce kimyasal elementlerin periyodik cetvelde düzenlenişi gibi.

Kozmoloji ve ona yakın alanlar olan parçacık fiziği ile kuantum alan teoremi, gündeme getirdikleri felsefi sorular itibariyle yeni bilimin en heyecan verici alanları arasında yer almaktadır. Belki de başka hiçbir bilim dalı insan varlığının kökeni, doğası ve bağlamının esasına bu derece doğrudan yönelemez ve varlığımızın birtakım temel 'niçinler'ine cevap bulacak bir irade sergileyemez. Evrenin sonlu mu yoksa sonsuz mu olduğunu ve

onun nasıl oluştuğunu hâlâ bilmiyoruz. Ne de evrenin başka bir yerinde hayat veya zekânın olduğunu ve ayrıca bilincin, fiziksel evrenin ortaya çıkmasında varsa ne tür bir rolünün olduğunu biliyoruz. Kozmolojinin bu sorulara cevap verip veremeyeceği de belli değil. Ama kozmoloji, bu sorulara cevap bulma gayretleri için bir yön veya model önererek yardım edebilir (Bkz. ANTROPİK İLKE; EVRENDE ZEKÂ; HER ŞEYİN TEOREMLERİ). Amatör veya profesyonel olarak astronomiyle ilgilenmede ana saik, dünyayı ve onun içindeki yerimizi anlamaktır.

Kozmoloji ve Parçacık Fiziğinde Birim ve Ölçüler

Bu listenin amacı söz konusu nicelikler hakkında daha az bilgisi olan okurları bilgilendirmektir.

A. Çok Küçük ve Çok Büyük Sayılar Üstel İfadeyle Uygun Şekilde Yazılmıştır.

10^n = 1 den sonra n tane sıfır gelecek;
örneğin, 10^6 = Bir milyar
10^{-n} =$1/10^n$;
örneğin, 10^{-3} = Binde bir

B. Bilimde Kullanılan Temel Birimler

Uzunluk: Santimetre (cm) 1 santimetre = 2,54 inç
Kütle: Gram (gr) 454 gr = 1 libre
Zaman: Saniye (sn) 3×10^7 sn = 1 yıl (yaklaşık)
Sıcaklık: Kelvin derecesi (K; mutlak derece) mutlak sıfır = -273C; x K = Xc + 273

C. Yaklaşık Sayılar

Bir bardak sudaki atomlar: 10^{25}
Dünyadaki insanlar: 6×10^9
İnsan beynindeki nöronlar: 10^{11}
Galaksimizdeki yıldızlar: 10^{11}
Görünür evrendeki galaksiler: 10^{10}
(Not: Tüm evren bundan daha büyük olabilir.)
Görünür evrendeki parçacıklar: 10^{10}

D. Yaklaşık Kütleler

Proton veya hidrojen atomu: 10^{-23} gr Yetişkin insan: 5 X 10^{4} gr = 120 libre (yaklaşık)
Güneş (MO): 10^{23} gr
(Not: İnsan protondan kat kat daha ağırdır; tıpkı güneşin insandan kat kat daha ağır olması gibi.)

E. Yaklaşık Uzunluklar

Planck uzunluğu: 10^{-33} cm
Zayıf çekirdek kuvveti genliği: 10^{-16} cm
Güçlü çekirdek kuvveti genliği: 10^{-13} cm
Tipik bir atom çekirdeğinin çapı: 10^{-13}
Atomun çapı: 10^{-8}
Görünür ışığın dalgaboyu: 10^{-4} cm
Yetişkin insanın boyu: 1,7 X 10^{2}
Güneşin yarıçapı: 10^{11} cm.
Bir ışık yılı: 10^{18} cm
Galaksimizin yarıçapı: 10^{23} cm = 10^{5} ışık yılı
Görünür evrenin yarıçapı: 10^{28} cm = 10^{10} ışık yılı

F. Yaklaşık Zamanlar

Planck süresi: 10^{-44} sn
Pi-mezonun ömrü: 10^{-16} sn
Nötronun ömrü: 10^{3} sn
İnsanın ömrü: 2 X 10^{9} sn = 70 yıl (yaklaşık)
İnsan soyunun yaşı: 6 X 10^{13} sn = 2 X 10^{6} (yaklaşık) Dünyanın yaşı: 10^{17} sn = 10^{9} yıl (yaklaşık)
Evrenin yaşı: $5X10^{17}=15X10^{9}$ (yaklaşık)

A'dan Z'ye Yeni Bilimin Rehberi

AÇIK SİSTEMLER

200 yıldan fazla bir süredir fizikçiler doğaya, sanki her sistem bir kutu içinde kapalı kalmış gibi yaklaşmışlardır. Termodinamiğin yasaları, bir kutunun içindeki entropinin, sistem niteliksiz dengeye doğru giderken arttığını belirtir. Oysa bugün bilim adamları, doğal ve toplumsal sistemlerin çoğunun kendilerini düzenleyen, yapılandıran ve yöneten açık sistemler olduğunun farkındadır.

Çevremizdeki dünya karmaşık yapılar, büyüyen bitkiler ve gelişen toplumlar ile doludur. Bunların hepsi ilk bakışta ENTROPİ'nin önlenemez ilerleyişine meydan okuyor gibi görünmektedir. Bir tohum, asırlar boyu yaşayan meşe ağacına dönüşür. İnsanlar, şehirler, ısıtılmış sudaki şekiller ve kendi kendini katalizleyen kimyasal tepkimeler, kendilerini kendiliğinden yapılandırırlar ve yüksek düzeyde bir düzeni devam ettirirler. Bunların hepsi, madde ve/veya enerjinin serbestçe içeri girip dışarı çıktığı açık sistemlerdir.

Bir buzdolabının buzluğuna konulan suyun entropisi[1] azalır. Sıvı halden, katı buz haline geçer (Bkz. FAZ GEÇİŞLERİ). Bunun gerçekleşebilmesinin nedeni buzdolabının açık bir sistem olmasıdır. Buzdolabına elektrik enerjisi pompalanır ve ondan entropi (veya ısı) alınır. Bir sistemdeki enerji akışı sayesinde entropinin içerde azalması ve suyun nispeten kaotik bir halden daha düzenli bir hale geçmesi mümkün olabilmektedir. Kuşkusuz, sistem ve

1. Bir sistemdeki düzensizliğin ölçüsüne entropi denir. (y.h.n.)

çevresinin toplam enerji miktarı artar. Çevreye pompalanan entropi sayesinde düzen kurulabilmekte ve sistemin içindeki entropi azaltılabilmektedir.

Bir tavuk çorbası kâsesini fırına koyun. Dipteki ısı sıvıyı ısıtır, bir dizi ısı akımları içinde sıvının yukarıya doğru hareket etmesini sağlar. (Sıcak su soğuk sudan daha az yoğundur ve yukarı çıkmaya çalışır.) Kâsenin üstünde, su soğur, içindeki ısıyı havaya verir. Sonuçta ısı, kâsenin dibinden tepesine doğru sürekli akar.

Başlangıçta çorbada gelişigüzel kıpırdanmalar olur. Sıcak çorba yükselmeye başlar; aynı zamanda üstteki soğuk çorba dibe inmeye çalışır. Sonuç çok farklı dalgalanmalarla dolu, karmaşık, kaotik bir harekettir. Ama ısıtma devam ettiği sürece, bu dalgalanmaların bazıları büyür. Bir bölgedeki sıcak çorba yukarı doğru çıkmaya başlar, yakınındaki çorbanın bir kısmını da yanında götürür. Üstte, sıcak çorba yayılır ve soğuk çorbanın dibe inmesine yardım eder. Çok geçmeden, çorbanın inen ve çıkan kolonları belirginleşir. Eğer onu dikkatli bir şekilde gözlemlerseniz, yukarı doğru çıkan sıcak çorba ile aşağı doğru inen soğuk çorbada silindir ruloları veya altıgen hücreleri görebilirsiniz. Sonuç, kaostan doğan düzen görünümüne sahip kararlı bir sistemdir, bu da enerjinin (ısının) açık bir sistem içinde dolaşması olgusundan kaynaklanır. Benzer şekildeki hücreler, çöl kumları üzerinde uçan bir uçaktan da görülebilir; sıcak havanın altıgen hücreleri yükselir ve altındaki kumu hareketlendirir, böylece kumda düzenli şekiller oluşur.

Açık sistemler madde akışını da içerebilir. Bunun örnekleri, bir İtalyan meydanındaki çeşmenin kararlı modeli ile banyo küvetinden süzülen suyun oluşturduğu anafordur.

Ağaçlar madde ve enerji akışı sayesinde kendilerini yapılandırabilen açık sistemlerdir. Kökleri suyu emer ve yaprakları karbondioksiti solur. Enerji ağaca, güneş ışığı formunda girer. Fotosentezin özel işlemleri sayesinde, ağaç gelişimi için su ve karbondioksit gibi temel bileşenleri kullanarak şeker (karbonhidrat) sentezi yapabilir. Eğer ağacın güneşten korunması, yapraklarının terlemesinin engellenmesi veya köklerinin kesilmesi yoluyla bu sistemin herhangi bir parçası çevreden ayrılırsa, içsel düzenleme işlemi durur. Ağaç ölür ve düzen kaosa doğru geri döner.

Açık sistemler aynı zamanda sosyal ve ekonomik de olabilir. Anayollarda kendi kendini düzenleyen trafik akışları vardır. Şehir, açık sisteme bir örnektir. Onun iç düzeni çöp, lağım suyu ve ısı şeklinde dış çevreye verilen entropi pahasına ayakta tutulur. Aslında gezegenimizdeki tüm hayat, ısı yayımı şekilleri gibi onun içinden akan nihayetinde güneşin temin ettiği enerjiye bağlıdır.

AKAN ZAMAN

Bizler bilinçli olarak hiçbir bir anın farkında olmayız ancak daha çok belki birkaç saniye süren bir zaman "dilimi"nin farkında oluruz. Sahte şimdi diye bilinen zaman periyodu içinde, melodi ve cümleleri bir bütün olarak işitiriz. Bu bizim deneyimlediğimiz, "anlar"ın her birinin uzunluğudur. Ancak Newtoncu fizikte zaman böyle ele alınmaz; orada zaman noktasaldır. Buna rağmen zaman bazı sistemlerde sınırlı bir bölgeye dağılır; örneğin, LAZERLER'in EŞEVRELİLİK zamanı (genelde bir saniye ya da daha fazla.) Eğer bilincimiz bu eşevreli fiziksel sistemlerle bağlantı kurabilseydi, fiziksel zaman ile sahte şimdiki zaman deneyimimiz arasında daha az çatışma olurdu. (ZİHİNLE İLGİLİ KUANTUM TEOREMLERİ)

Sahte şimdinin alanı içinde bir zaman akışı tecrübe ederiz. Bazı olaylar geçmişe karışırken yenileri başlar. Bunun bilinçteki temsilinin temelini oluşturabilecek bir benzerini fizikte bulabilir miyiz? Geçmiş, şimdi ve geleceğin niteliksel olarak farklılaştığı bir çatıya ihtiyacımız var –geleceğin hadiseleri olana kadar salt olasılıklardır–. Bu çatı modern fizikte vardır; örneğin, KUANTUM FİZİĞİNDE GERÇEKLİK VE İMKÂN arasındaki bağda mevcuttur. Yine bilincimiz, beyindeki kuantum dalga fonksiyonunun çöküşüyle ilişki kurabilseydi akan zaman ikilemi çözüme yakın olurdu. Öte yandan bu aşamada böylesi düşünceler farazidir.

ALGI

Nobel ödülü sahibi Francis Crick'e göre, "Bugün nörobiyolojideki başat sorun zihinle beyin arasındaki ilişkidir." Crick, DNA molekülünün keşfine katkısından dolayı Nobel Ödülünü kazanmıştı. Bugün bilimsel hayatının büyük kısmını, algıyı incelemeye ayırmıştır çünkü diğer pek çok bilim adamı gibi o da

görsel algının, zihinle beyin arasındaki ilişkinin fiziksel temeli hakkında bize ipuçları verebileceğine inanmaktadır. Bu büyük zihin-beden sorunu, algı çalışmasına heyecan verici keskin bir sınır getirmektedir. Nihayetinde, algıyı anlamanın bilincin fiziksel temelini anlamada bize yardım edeceğini umuyoruz.

Algısal yetilerimiz –görme, işitme, koklama, dokunma ve diğerleri– zihne açılan pencerelerdir ve sayelerinde öznel benlik duyumuzun dış fiziksel dünyadan gelen verilerle buluştuğu vasıtalarıdır. Londra Üniversitesi'nde nörobiyoloji profesörü olan Semir Zeki, "Görsel beyne yönelik araştırmamız bizi; insanlığın, insanın kendi doğası hakkındaki araştırmasının tam merkezine götürmektedir." diyor.

Algı, psikolojinin veya beyin çalışmalarının araştırma için en çok gelecek vadeden alanlarından birisidir. Dilden farklı olarak o, hayvanlar ve insanların ortak bir işlevidir ve her ikisi üzerinde kolaylıkla çalışılabilir. Araştırmacılar görsel veya başka bir uyarım gönderip deneğe ne algıladığını soruyorlar ya da insan deneğinin veya hayvanın beynindeki fiziksel tepkiyi ölçüyorlar. Motor davranışı veya düşünmeyi araştırma çabalarından farklı olarak, algı çalışmaları aynı uyarımın benzer veya farklı koşullar altında defalarca verilebilmesine imkân tanımaktadır; ta ki genel bir tepki şeması oluşana değin. Bu yüzden algının çeşitli yanları üzerinde, büyük çalışmalar yürütülmüştür.

İnsanlar yaklaşık on iki algısal duyuya sahiptir. Görme, işitme, dokunma ve koklamaya ilâveten denge, eklemlerimizin konumları duyusu, kaslarımızdaki gerilim ve gevşeme duyusu, midemizin tokluğu veya açlığı ve bunun gibi başka duyulara da sahibiz. Başka hayvanların başka duyuları vardır. Yarasa bir çeşit radar kullanır; bazı çöl böcekleri, kızıl ötesi alandaki dördüncü ana rengi görebilirler. Algı araştırmaları, ne kadar farklı olursa olsun tüm duyu sistemlerinin, bir sistemin detaylı incelemesinin hepsi hakkında genel ilkeler sunacak derecede ortak olduğu yönündeki umutla yürütülmektedir. (Bkz. KOKU ALGISI; GÖRME ALGISI.)

Duyu organlarımızın topladığı bilgilerin çoğu bilinçdışıdır. Boyun atardamarlarındaki kan basıncı alıcıları alt beyne bilgi verir, o da çok düşük veya çok yüksek olan kan basıncını düzeltir. Bizler bunun farkına varmayız. Optik ve işitsel sinirlerden beyne,

farkında olduğumuzdan çok daha fazla bilgi gider. KÖRGÖRÜŞ bunun grafiksel açıklamasıdır. Bizler sonucun farkına varana kadar beyin, ham algısal verilerden yola çıkıp mesafe algısı gibi faydalı bir bilgiyi sunmak için bir sürü hesap yapar. İdealde bilim adamları, son bilinçli sonuca dek algının her aşamasında çalışan sinirsel mekanizmaları keşfetmek istiyorlar ancak bu hedeften şimdilik çok uzağız.

ANTROPİK İLKE

Antropik (insansıl) ilke, bizler gibi bilinçli yaratıkların evrene nasıl geldiği konusuyla alakalı bir dizi düşünce demetidir. Bizler varlığımızı, uzun bir "kozmik rastlantılar" zincirine mi borçluyuz yoksa nihai varlığımız bir şekilde "gerekli" miydi? Dört temel kuvvet, evrendeki maddenin ortalama yoğunluğu ve temel parçacıkların kütleleri gibi fiziksel sabitler, neden adeta bizim var olmamız için öylesine hassas ölçüde hazırlanmıştır?

Antropik ilkenin iki yorumu vardır: güçlü yorum ve zayıf yorum. Her ikisi de içinde yaşadığımız evrenin hayat ve bilinçten yana olduğunu savunmaktadır. Zayıf Antropik İlke, bunu bir olgu olarak kabul eder. Evrenin fiziksel sabitleri, alabilecekleri tüm olası değerler içinden pek muhtemel olmayacak şekilde, karbon temelli yaşam şekillerini destekleyen sınırlı sayıdaki değerlere ulaşmıştır. Bazı eleştiriler Zayıf Antropik İlke'yi bir totoloji olmakla itham etmektedirler. Burada olduğumuz için, burada olabilme ihtimalimiz olmalıdır.

Güçlü Antropik İlke daha ilerisine gider. Bizim gibi insanların varlığının gerekliliğini vurgular: Evren, tarihinin bir evresinde hayatın gelişmesine imkân sağlayacak özelliklere sahip olmalıdır: Bu açıklamayı gerektirmektedir.

Güçlü Antropik İlkeyi savunanlar, niçin var olduğumuza ilişkin olarak üç açıklamadan genelde birini ileri sürerler. Öncelikle, hayatın ve bilincin evrende var olmasını isteyen bir Tanrı vardır. İkincisi "çok dünyalar" hipotezidir. (Bkz. ÖLÇÜM SORUNU) Kuantum çok dünyalar teoremi, olası her tür evren içinden en azından bir tanesinde hayatı ve bilinci bulmalıyız, der. Hayatın evrimci açıklaması olarak üçüncüsü, hayatın ve bilincin bir noktada desteklenecek şekilde evrenin evrim geçirdiğini ileri sürer.

Bu üçüncü açıklamayla paralel olarak Amerikalı astrofizikçi Lee Smolin, evrenimizin ve diğer evrenlerin KARA DELİKLER'den oluştuğunu ve adım adım fiziksel sabitleri değiştirdiğini iddia etmektedir. Kara delikler yeni evrenler oluşturmak için, yıldızlar kara delikler (sönen yıldızlar) oluşturmak için ve karbon atomları yıldızlar oluşturmak için gereklidir. Böylece nihai üstünlük karbon atomlarını ve yıldızları içeren evrenlere aittir. (Bkz. PLANCK DÖNEMİ.)

Smolin'in çalışması doğrulansa dahi Güçlü Antropik İlke'yi desteklememektedir; karbon atomları ile hayat ve bilinç arasında zorunlu bir bağlantı yoktur. Yıldızlar, gezegenler ve uygun kimyasal elementler temin edilse dahi hayatın oluşumu hâlâ ihtimal dışı görünebilir. Niçin burada olduğumuzun sağlam bilimsel bir açıklaması henüz yoktur.

ANTİ MADDE

Asla ayak basamayacağımız gezegenler, anti madde dünyaları var mıdır acaba? Temel parçacıklar dünyası çok sayıda ayna görüntülerine veya simetrilerine sahiptir. (Bkz. YEZ SİMETRİSİ) Bunlardan biri, bir parçacık ile onun anti parçacığı arasındaki simetridir. Eksi yüklü elektrona eş olarak pozitron vardır. Eksi yüklü anti proton, protonu yansıtır. Anti nötrinolar ve anti nötronlar bile vardır.

Şayet her parçacık bir anti parçacığa sahipse, bilim kurgusal anti madde dünyaları, anti taşlar, anti virüsler ve hatta anti hayatla dolu anti gezegenler mevcut mudur? Bir yıldız patlamasının sonucunda açığa çıkan enerjiyle bir araya gelen bir anti proton ile bir proton yok olduğu için, gezegenimizde anti kayaların olması, hatta güneş sistemimizde anti gezegenlerin uzun süre yaşaması imkânsızdır. Bazı astronomlar uzak anti madde galaksilerinin gerçekte var olabileceğine inanmaktadırlar. Sorun, çarpışan galaksi çiftleri görmemize rağmen, karşılıklı yok etmeden doğacak seyirsel havai fişekleri asla görmemiş olmamızdır.

Laboratuarda kararlı anti madde meydana getirmek zordur çünkü onun sürekli olarak çevredeki maddeden korunması gerekir. Anti protonları, anti nötrinoları ve pozitronları bir araya getirerek anti atomlar üretme çabalarına girişilmiştir. Basit anti moleküller oluşturmak bile olasıdır. Madde ile anti madde

birleştiğinde kütle saf enerjiye dönüştüğü için, anti maddenin yıldızlar arası yolculuğa çıkan roketlerin yakıtı olarak kullanılabileceği görüşü ileri sürülmüştür. Manyetik şişelerde saklanan anti madde yakıtı, normal maddeyle temasa geçtiğinde devasa miktarlarda enerji açığa çıkarabilir. Ancak bu, şimdiki teknolojimizin hayli ötesindedir.

ARALIKLILIK

Kaos, düzenin bozulması mıdır? Yoksa düzen, kaosun bozulmasını mı temsil etmektedir? Şehirlerdeki kargaşalıkları ve borsadaki ani iflasları normal bir dünyada ara sıra olan sapmalar olarak düşünme eğilimindeyizdir. Ancak ya kaos, düzen kadar temel bir şeyse? (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON)

Lineer olmayan sistemler, geribildirim mekanizması ve tekrarlı halkaları sayesinde çeşitli davranış türlerine sahiptir; basit kararlılıktan, tekrarlı dalgalanmalar, aşırı duyarlılık ve hatta kaosa kadar. Bazıları aralıklılık diye tanımlanan olguyu sergiler. Bu anlık kaos patlamaları, arasına serpilmiş düzenli sükûnet periyotlarını içerir. Amplifikatörler "gürültü"nün patlak verdiği periyotlar haricinde oldukça normal çalışırlar. Bu gürültü, örneğin durdurulamayan bir elektrik motoru gibi dış etkilerin sonucu değildir; amplifikatörün elektroniğinin lineer olmayan yapısından kaynaklanır. Aralıklılık, çift bilgisayarların ağlarında, sinir hücrelerinin zarlarındaki sinyallerde, sıvılardaki ısı akımlarında ve hatta dünyadaki günün uzunluğunda görülür. Ayrıca ona biyolojik evrimde de rastlanır. (Bkz. KESİNTİLİ DENGE)

Belki de kaos ve düzen birbirini tamamlayan olgulardır. Öyle ki kaotik bir davranışın içinde bir düzen potansiyeli bulunur veya tersi. (Bkz. KARMAŞIKLIK) O toplumsal patlama dönemleri; sükûnet ve huzur dönemleri kadar normal olabilir. Politikacılar, toplumsal düzensizliği kontrol etmek veya sınırlandırmaya çalışmak yerine, bu patlamaları toplumun temelinde yatan dinamiklerin ifadesi olarak görmelidirler. Çözüm, belirtilere saldırmak değil, belki değerleri ve hatta şehirlerinin tasarımıyla birlikte tüm toplumsal yapıyı yeniden ele almak olabilir.

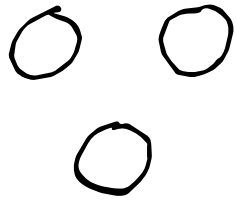
ASTRONOMİDE UZAKLIK ÖLÇÜMLERİ

Bir yıldızın veya galaksinin bizden uzaklığının hayati önemdeki ölçümü doğrudan yapılamaz. Örnek aydınlıktaki bir ışık kaynağı, yakın ve özünde loş veya uzak ve özünde parlak olabilir. Sonuçta astronomlar, uzaklık ölçümü için çeşitli dolaylı metotlar kullanırlar ve sonuçlar en küçük mesafeyi ikiye katlayacak ölçüde belirsizdir.

Bir uzaklık ölçüm metodu "paralaks" metodudur. Dünya güneşin etrafında dönerken, bize en yakın yıldızlar daha uzak bir arka alana göre belirgin konumlarını değiştirirken gözlemlenebilir. Bu onların uzaklıklarının hesaplanmasını sağlar. Modern metotlar gezegenlerin radar dağılımını içerir ve ışık hızına dayalı doğru ölçümler bize güneş sisteminin doğru bir modelini sunar.

Başka bir metot da radyo dalgaları yayan Cepheus takımyıldızını kullanmaktır. Onların ortalama özaydınlığı, radyo dalgaları yayımı periyoduyla (bir günden yüz güne kadar) doğrudan bağlantılıdır ve yıldızların tümünün hemen hemen aynı uzaklıkta olduğu bir takımyıldızı kümesi içinde gözlemlenebilir. Komşu galaksilerin içindeki bu yıldızların özaydınlığı hesaplanabildiği için, her bir galaksinin uzaklığı da hesaplanabilmektedir. Bu metot 10 milyon ışık yılı uzaklığına kadar, yıldızların mesafelerini ölçmede kullanılır, bu mesafeden ötede Cepheus takımyıldızı, tek tek yıldızlar gözlemlenemeyecek kadar belirsizdir. Bu uzaklık ölçümü metodu sayesinde, Edwin Hubble, komşu galaksilerin uzaklıkları ve GENİŞLEYEN EVREN üzerinde öncü çalışmasını yapabilmiştir.

Bunlar uzaklık ölçümü için kullanılan pek çok metottan sadece ikisidir.



ATOMCULUK

Atomculuk tüm batı kültürü üzerinde kalıcı bir iz bırakmıştır. Temelde o, evrenin küçücük, ayrı, bölünmez ve yok edilmez parçacıklardan oluştuğunu ileri sürer. Her bir parçacık, maddi dünyanın dinamik ve bazen çetin draması içinde bireysel bir oyuncudur. Atomculuk, doğanın tüm çeşitliliğinin bu az sayıdaki basit birimlere indirgenebileceğini savunmaktadır.

M.Ö. 5. yüzyılda yaşamış Demokritos'a göre, "Atomlar farklılıkları yüzünden bir boşluğun içinde mücadele verirler ve hareket ederler ve orada hareket ederlerken çarpışıp birbirlerine bağlanırlar." Demokritos'un atomlarının hepsi aynı özsel özelliklere sahipti ama şekil ve büyüklük açısından birbirlerinden farklıydı ve bu farklılıkları, farklı atomların birleşebilmelerinin bir sürü yoluyla birlikte, maddi dünyadaki nesnelerin gözlemlenen farklılıklarını açıklıyordu. Nesnelerdeki değişimlerin, bir buz parçasının bir su gölcüğüne dönüşmesi gibi, atomların kendileri asla değişim veya içsel dönüşüm geçirmezken, atomların diğer atomlarla birleşme tarzındaki değişimlerden kaynaklandığı sanılıyordu.

Diğer bir Eski Yunan filozofu Empedokles de dünyadaki her şeyin dört unsurdan –su, hava, toprak ve ateş–oluştuğuna inanıyordu. Bu durumda aslında dört farklı atom çeşidi olsa da bu görüş atomculukla uyuşmaktadır. Empedokles'in atomları sevgi tarafından birleştirilip savaş tarafından ayrıştırılıyordu. Daha sonra Romalı filozof Lukretius, ruhun ve arzunun da atomları olduğunu ileri sürdü.

Atomculukla ilgili Eski Yunan'ın görüşleri, tözlerin nasıl değişebileceğini ve Yunanlıların aslında bir olduğunu düşündükleri bir dünyada çok sayıda tözün nasıl olabileceğini açıklama çabasından doğan felsefi düşüncelerdi. Bu atomculuk gözlem ve daha geniş bir fiziksel kuramla desteklenmemişti. Bilimsel atomculuk 17. yüzyılın mekanikçi bilim adamlarıyla birlikte gündeme geldi çünkü onu, DETERMİNİZM ve İNDİRGEMECİLİK ile birleştirmek kolaydı ve o, Newton'un parçacıklar mekaniğine uyuyordu. Newtonian parçacıklar, eski atomlar gibi ayrı, yok edilmez ve değişmezdi; kuvvetlerin etkisi sayesinde birbirleriyle çarpışıyorlardı. Bu kuvvetlerin itici veya çekici olmasına bağlı olarak ya farklı yönlerde hareket ediyorlar ya da birbirlerine

bağlanıyorlardı. Newton'un onlar için temel tasavvuru bir bilardo topuna çok benziyordu. Maddi dünyadaki her şey, onun düşüncesine göre, bu parçacıkların ve onlar arasında etkili olan kuvvetlerin toplamına indirgenebilirdi. 19. yüzyılda İSTATİSTİKSEL MEKANİK böyle bir ruha sahipti.

19. yüzyılda fizik ve kimya, atomcu görüşü doğru bir şekilde test edecek kadar gelişti. Ondan sonra, su, şeker ve tuz gibi kimyasal bileşiklerin birkaç temel elemente ayrıştırılabileceği biliniyordu artık. İngiliz fizikçi John Dalton, 1908'de geliştirdiği atomik teoremde, tüm bu bileşiklerin doksan ya da daha fazla atom türünün bileşimlerinden oluştuğunu ileri sürdü. Bu atomlar birleşerek molekülleri, onlar da daha karmaşık bileşikleri oluşturuyordu ama baştaki atomlar içyapılarını asla değiştirmiyorlardı. Bu yüzden, bir bileşik, karışım olmadığı sürece, her zaman yapısındaki elementlerin aynı sabit özelliklerini içeriyordu. Bu hipotezi deneyle sınamak kolaydı. Bir damla yağ suya döküldü. Yağ suya yayıldı; ta ki sadece bir molekül kalınlığında bir tabaka oluşturmayı başarma noktasına gelene kadar. Bu ve diğer deneylerden sonra fizikçiler, tüm atomların bir santimetrenin yüz milyonda biri büyüklüğünde bir çapa sahip olduğunu tahmin ettiler.

Atomculuk, bilimsel kuram ve deneyle desteklenince, modern siyaset teoremi, psikoloji ve felsefe olmalarından da kullanılan yaygın bir paradigma oluverdi. 17. yüzyılın siyaset felsefecisi John Locke, atomları, toplumun temel birimleri olarak bireyler için kendine model yaptı ve ondan sonra tüm liberal siyaset teoremi, "toplum"un –yani grubun– bu ayrı bireylerin toplamına her zaman indirgenebileceğini savundu. Adam Smith, tüm büyük ölçekli ekonomik etkinliği bireylerin ekonomik davranışına indirgeyerek, aynı modeli kendi ekonomi kuramına uyarladı. Liberal siyaset ve ekonomi teorisyenlerine göre bireyler, kimyasal bir bileşikteki atomlar gibi girebilecekleri herhangi bir sosyal birliktelik veya ilişki tarafından değişime uğratılmadan kalırlar. Birey tüm ilişkilerinden "önce" gelir.

Psikolojide, Sigmund Freud da "nesne ilişkileri" teoremini yazarken atomik modele başvurdu. Ona göre birey önceliklidir ve ilişkiler yoluyla içsel olarak değişmez. Bireyler asla birbirlerini "içlerine" almazlar. Nesneler gibi dışsal ilişki kurarlar; bir sürü

Newtonian bilardo topu gibi birbirleriyle çarpışırlar ve kendi yollarına giderler. Batının, hayatı boyunca kendi yolunda yalnız yürüyen ayrık birey miti, aynı kaynaktan gelmektedir. İlk dönem deneysel psikologlar –daha sonra birleştirilen– ayrık duyu birimlerini analiz etmek için atomculuğu model olarak kullandılar.

Felsefede, bilimsel atomculuk, Bertrand Russel ve Ludwig Wittgenstein gibi filozofların "mantıksal atomculuk" düşüncesine esin verdi. Onlara göre doğruluk, "Bu yeşildir." ya da "O ayakta duruyor." türünden "atomik olgular"dan oluşmaktadır. Bu olgular sonra birleşerek daha karmaşık cümleler oluştururlar. Bilgisayarlar kullanılarak bir dilden diğerine tercüme yapmaya dönük ilk çabalar, aynı şekilde, tek tek kelimeleri kendilerinden cümlelerin oluştuğu atomlar olarak görmüşlerdir. İnsanlar olası kombinasyonların sonsuz olduğunu ve kelimelerin anlamlarının bağlama bağlı bulunduğunu anladıkları zaman bu çabalar boşa çıktı.

Platon ve Aristo zamanında dahi, atomculuk bazı şeyleri açıklamada yetersiz görünüyordu. Özellikle Aristo, onun, doğadaki çeşitlilik ve değişimi açıklayamadığını düşünüyordu bilhassa biyolojik düzen söz konusu olduğunda. O ayrıca, insanın amacının da tatmin edici bir açıklamasını sağlamıyordu. 19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın başlarında basit atomik teoremle ilgili sorunları bilimin kendisi dile getirmeye başladı.

Kimyasal tepkimeler söz konusu olduğunda atomlar, bölünemez birimler gibi davransa da, onların daha küçük birimlerden oluştuğunu artık biliyoruz. Elektrik, atomun önemli elemanlarından biri olan elektronların bir akışıdır. Atomlar radyoaktif bozunma işlemi ile parçacıklar yayarlar ve daha basit atomlara bölünürler. (Bkz. özet makale D. KOZMİK KUBBE) ÖZEL İZAFİYET madde ve enerjinin birbirine dönüşebildiğini kanıtlamıştır ve buna paralel olarak KUANTUM TEOREMİ'nin merkezi dayanaklarından biri de bazı koşullarda parçacık başka koşullarda ise dalga gibi davranan varlıkların mevcut olduğunu bulgulamıştır. (DALGA/PARÇACIK İKİLİĞİ) Tüm atomik paradigma, 20. yüzyılda HOLİZM üzerine yapılan vurguyla sorgulanmıştır.

Av ile avcının arasındaki değişmez varlık mücadelesi, etkileşim içindeki sistemlerin, sınır çevrimi diye adlandırılan kararlı ve dalgalı bir davranışa varma yolunun çarpıcı bir örneğidir.

Bir göle üremeleri için alabalıkların konulduğunu düşünün. Aradan uzun yıllar geçtikten sonra, alabalık nüfusu gölün büyüklüğü ve elde edilebilir yiyecek miktarınca belirlenen kararlı bir dengeye ulaşır. Göle biraz turna balığı koyulduğunda, onlar midelerini kendileri için iyi bir yiyecek kaynağı olan alabalıklarla doldururlar. Turna balıkları ve onların pek çok nesli hayatta kalır. Birkaç yıl içinde alabalık sayısı önemli oranda düşer.

Azalan yiyecek kaynağıyla birlikte, turnabalıkları ölmeye başlar. Avcıların sayısı iyice azalınca, alabalıklar tekrar artmaya başlar. Alabalık nüfusu zirveye ulaşınca, turna balığı sayısı da artmaya başlar. Uygun doğum ve ölüm oranları altında, turna balıkları ile alabalıklar sonsuz bir artma ve azalma çevrimi içinde birbirlerini takip ederler.

Böylesi lineer olmayan bir sınır çevrimi (Bkz. LİNEER OLMAMA) belli şartlar altında son derece kararlıdır. İlaveten birkaç tane alabalık eklendiğinde, onlar turna balıkları tarafından yenilir; bütündeki sapma çok geçmeden düzeltilir. Nüfustaki aynı dalgalanma yıldan yıla devam eder. Adeta sistem alışık olduğu çevrime geri çekilmektedir. Bu yüzden onun davranışının bir sınır çevrimi çekeni tarafından belirlendiği söylenir. (Bkz. ÇEKENLER)

Av-avcı sınır çevrimleri, iki sistemin rekabet içinde birlikte yaşadığı hallerde gerçekleşir. Hudson's Bay Şirketinin kayıtları, satıcıların işyerlerine getirildiği yabani tavşan ve vaşak derileri sayısında salınımlar olduğunu tespit etmiştir. Yine burada da iki tür, bir sınır çevrimi içine girmişti. Beyindeki elektriksel faaliyet ve ekonomik sistemdeki dalgalanmalar, kararlı sınır çevrimleri ile yönetilir.

Çevrimlerin içinde daha karmaşık çevrimler üretmek için bir sınır çevrimine ilave faktörler eklenebilir. Oltayla balık tutanlar alabalık gölüne geldiğinde turna balıkları ile rekabet içinde olacaklardır. Göldeki alabalıklar azaldığında, kararlı balıkçılar yine gelmeye devam ederler ama eninde sonunda gölün adı kötüye çıkar. Ancak bir süre sonra alabalık nüfusu eski haline döndü-

güne balıkçılar tekrar gelmeye başlarlar. Sonuç çevrim içinde çevrimdir. Başka bir durum da turna balıklarının alabalıkları yok edecek derecede usta avcı olmaları halinde gerçekleşir. O zaman kendileri de ölür. Bu bir sınır çevrimi değildir. Aşırı balık avlama bazen bu gibi sonuçlara yol açar.

AYRIK BEYİN OLGULARI

Nasırsı madde (corpus callosum), sağ ve sol yarıküreyi birbirine bağlayan beynin ana bölümü, cerrahi bir operasyon sırasında kesildiğinde, ayrık beyin olgularına rastlanır. Bu operasyondan geçen hastaların bazen ayrık veya çeşitli bilinç alanlarına sahip olduğu ve ayrık davranış sergiledikleri görülür. Çatışan iki dürtünün kıskacında kaldığı anlaşılan böyle bir hastanın, bir koluyla eşine sarılırken, diğer koluyla onu ittiği gözlenmiştir. Bu çeşit olgular, bilincin birliği, kişiliğin doğası ve belki de ruhun varlığına ilişkin derin felsefi soruları ortaya çıkarmaktadır. Her birimiz sahiden bir kişi miyiz? Ruh durumu veya motivasyon çatışmaları içimizdeki ayrık benler arasında daha derin bir çatışma olduğunu mu ima etmektedir? Eğer her birimiz ölümsüz bir ruha sahipse, nasıl olur da cerrahi müdahale sonucunda ruh ikiye ayrılabilir?

Ayrık beyin operasyonları, kontrol edilemeyen epilepsi türlerini tedavi etmek için ilk kez 1960'larda gerçekleştirilmiştir. "Kommissurotomi" diye adlandırılan bir operasyonla, beynin iki yarıküresi görünürde birbirinden ayrı tutulur, her ne kadar her ikisi de alt beyne ayrı ayrı bağlı bulunsa da. Sonuçta, epileptik ataklar azaltılır veya tek yarıküreyle sınırlandırılır. Normal koşullar altında, operasyondan sonra hastalar zekâ ve kişilik açısından normal kalırlar ancak hassas psikolojik testler ilginç farklılıklar ortaya koymaktadır.

Kaliforniyalı sinirbilimci, Roger Sperry, 1970'lerde ayrık beyin olguları üzerinde öncü testler yaptı. Sperry, aynı hastaya ait ayrık yarıküreler farklı bir deneyime maruz kalınca, her bir yarıkürenin sanki ayrı bir zihne sahipmiş gibi hareket ettiğini buldu. Örneğin, bu tür bir hastadan, "anahtar halkası" gibi bir ifade saniyenin onda biri süresince ekrana yansıtıldığında dosdoğru öne bakması istenir. Hasta sabit noktaya ilişkin olarak, biri sol yarıküreye diğeri de sağ yarıküreye ait olmak üzere iki ayrı de-

neyim yaşar. Sağ yarıküre "anahtar" kelimesine, sol yarıküre ise "halka" kelimesine odaklanır. Konuşma bölümü sol yarıkürede olduğu için hasta "halka" gördüğünü söyleyecektir. Oysa her iki yarıküre bir kelime görmüştür. Dolayısıyla kendisine görünmeyen nesnelerden oluşan bir kutu sunulan ve isimlendirilmiş olanları seçmesi istenilen bir hasta, sağ eliyle bir halkayı, sol eliyle de anahtarı seçecektir. Her yarıküre bir şeyi görmüştür ama hiçbiri "anahtar halkası" birleşimini yapmak üzere her iki kelimeyi birlikte görmemiştir.

Normal koşullar altında, her iki yarıküre de aynı bilgiyi alabildiği zaman, ayrık beyin hastalarının davranışı iyi koordine edilebilir. Hiçbir zorluk çekmeden yürüyebilir veya piyano çalabilirler. Bu artık koordinasyonun, iki yarıkürenin ortak algıları ve alt beyne ortak bağlantıları sayesinde mümkün olduğu sanılmaktadır. Anahtar halkası testinde veya bir koluyla eşini kucaklarken diğeriyle iten adam örneğinde olduğu gibi test koşullarında, bazen çatışmalar ortaya çıkar.

Ayrık beyin hastalarında görülenlere benzer psikolojik olgular, hipnoz altındaki kişilerde gözlemlenmiştir. Hipnotik telkin verilen kişiler, kendilerine söylenenler hakkında bir hafızaya sahip olmasalar da telkin edilen davranışı yaparlar. Belli bir anda ceketlerini çıkarmaları söylendiğinde, bunu yaparlar ama çoğu "terlemiştim" şeklinde sözlerle bu davranışı mantığa bürür. Buna benzer durumlar Freud'un ilgisini çekmişti. Freud, onların, kendi nörotik parçalanma teoremlerini desteklediğine inanıyordu. Onun görüşüne göre, kişiliğin bazı parçaları bilinçten kopsa da, bilinçli davranışı etkilemeye devam eder. (Bkz. PSİKODİNAMİK ve PSİKOTERAPİ.) Freud, bu tür kopuk çabaların çoğunun id'den, içgüdü ve bilinçdışı dürtülerin "derin temeli"nden kaynaklandığını düşünüyordu. Ayrık benlik kısımlarının etkisinin altında olan kişiler, sık sık "sıra dışı" davrandıklarını iddia ederler. Araba kullanırlarken konuşmalarında genelde sakin ve hafif bir bilinç kopukluğu gözlemlenir. Hiçbir etkinlik bütünüyle otomatik değildir; her biri zihnin farklı bir bölümü tarafından denetleniyor görünmektedir.

Ayrık beyin olguları ve kopuk deneyimler, en popüler batılı kişisel kimlik modeli açısından bazı sorunlar doğurmaktadır. Platon ve Descartes de dahil olmak üzere çoğu batılı düşünür,

her insan tekinin devamlı ve birleşik bir zihne veya ruha sahip olduğuna inanırlar.

O halde bir kimsenin sanki iki veya daha fazla zihne sahipmiş gibi hareket etmesini nasıl açıklayabiliriz? Bu sorunu çözmenin bir yolu, beynin bir yarıküresinin bilinç, diğerinin ise salt bir otomat gibi hareket ettiğini söylemektir. Bu yaklaşımın sorunlu yanı, her iki yarıkürenin davranışının da zekice ve güdülenmiş olarak gözlemlenmesidir. Ve sol yarıkürelerini –ve dolayısıyla konuşma merkezlerini– bütünüyle kaybetmiş oldukları halde bütünüyle bilinçlilermiş gibi davranan vakalara da rastlanmaktadır.

Ayrık beyin olgularına yeni bir yaklaşım tarzı, belli beyinsel etkinlik türlerinin bilinçle bağlantılı olduğu gerçeğini kabul etmektir. Herhangi bir kişi herhangi bir anda, beyninin içinde sıfır, bir, hatta daha fazla aktif bilinç merkezine sahip olabilir. Tüm bunlar zaman zaman daha üst düzeyde bir bilinç birliği içinde birleşir veya onlardan biri, herhangi bir anda seçici DİKKAT'in öznesi olabilir. O anda "benlik", motor, dil ve uzun süreli hafıza sistemlerine sahip bilinç alanıdır. Bilincin herhangi bir alanı, zamanla daha büyük ve daha küçük ölçüde bir kararlılığa sahip olabilir ve "kişi", bilinçli deneyimlerin birleşik bir "koro"sudur. Ayrık beyin hastasının iki yarı bilinç adasına sahip kimse olduğunu söyleyebiliriz. Bu model hem BİLGİSAYAR TABANLI PSİKOLOJİ'nin hem de Budizm'in modeline benzer. (Bkz. ZİHİN BEDEN SORUNU; ZİHİNLE İLGİLİ KUANTUM TEOREMLERİ)

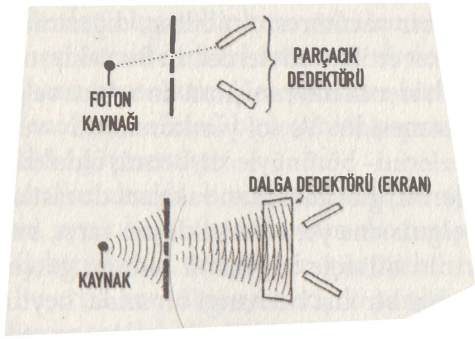
BAĞLAMSALCILIK

Kuantum fiziğinde, bir parçacığın gerçek varlığı ve özdeşliğinin onun tüm çevresine veya bağlamına bağlı olduğunun bilinmesine bağlamsalcılık denir. Aynı görünüp kullanıldıkları bağlama göre farklı anlamlara sahip olan eş adlı kelimeler gibi kuantum gerçekliği de doğasını çevre şartlarına göre ayarlar.

Klasik fizikte şeyler oldukları gibidirler. Kuantum fiziğinde ise, parçacık ile çevresi ve onu inceleyen kişi arasında, bir düşünürün "varoluşsal" diyalog diye adlandırabileceği bir diyalog söz konusudur. Bu, ışık ve maddenin DALGA/PARÇACIK İKİLİĞİ'nin bir neticesidir.

Işık bazen dalga gibi bazen de parçacık gibi davranır. Nasıl davranacağı, çevre koşullarına veya daha çok bizim onun nasıl

davranmasını istediğimize yahut ona nasıl baktığımıza bağlıdır. Bu bir şekilde ürkütücü gerçeklik, kuantum fiziğinin en meşhur deneylerinden biriyle, çift-yarık deneyiyle kanıtlanmıştır.



Bu deneyde bir ışık demeti, bir ışık kaynağından yayılır. Deneyci, tam foton kaynağının önüne, fotonların geçmesini sağlayan iki açık yarıklı bir engel yerleştirir. Engelin diğer tarafına ise ya iki tane parçacık dedektörü (yarıkların yanına iki tane fotoğraf çoğaltma tüpleri) veya bir dalga dedektörü (ekran) yerleştirilir. Bunlar sayesinde yarıklardan geçip tekrar buluşan fotonlar gözlemlenebilir. Eğer deneyci, parçacık dedektörlerini seçip fotonları ayrı ayrı ölçecek olursa, fotonlar iki yarığın birinden geçip dedektörde bir tıkırtı sesine yol açarlar. Öte yandan, eğer ekran kullanmayı seçer ve dolayısıyla fotonları birlikte ölçerse, fotonlar her iki yarıktan da geçip ekrana bir dalga girişim örneği bırakırlar. Eğer fizikçi bir parçacık arıyorsa, parçacık bulunur. Eğer o, dalga arıyorsa, bulunacak şey dalga olur.

Çift-yarık deneyinde, ışığın (fotonun) bazen parçacık gibi davrandığını ama gerçekte dalga olduğunu veya bunun tersini söylemek mümkün değildir. Işık, bu iki kısmi gerçekliğin her birinden daha derin ve daha zengindir ve onun iki potansiyelli doğasının hangi tarafını sergileyeceği tamamen içinde bulunduğu deneysel bağlama bağlıdır. Biz asla ışığı bir bağlamın dışında gözlemleyemeyiz.

Dalga/parçacıkikiliği, pek çok tamamlayıcı değişken çiftinden biridir. (Bkz. TAMAMLAYICILIK) Aklımıza gelebilecek her çift için, eşlerden birinin veya diğerinin görülebileceği veya ölçülebileceği bir bağlam vardır.

Bir yarıkta özdeşliği hemen değişen temel parçacıklardan söz ederken kuantum bağlamcılığı ürkütücü gelse de günlük hayatımızda benzeri davranışla çok karşılaşırız. Hepimiz kendimizi evde iken farklı, egzotik bir ortamda tatil yaparken daha farklı hissederiz. Bazı ilişkilerde veya işlerde kendimizi diğerlerindekine oranla daha canlı veya yaratıcı hissederiz. Kuantum bağlamcılığı, bize, basitçe, "Hiçbir şey göründüğü gibi değildir" atasözünü, fiziksel gerçekliğin en temel düzeyinde göstermektedir. Fransız düşünür Maurice Merleau-Ponty'nin belirttiği gibi hakikatten bahsederken "hakikati bir durum içinde tanımlayabiliriz." ancak. Aynı düşünce tarzı Einstein'ın ÖZEL İZAFİYET teoremiyle de doğrulanmıştır.

BAĞLANTI SORUNU

Bağlantı sorunu, insanların algısal deneyimi nasıl birleştirdiği veya "birbirine bağladığı" meselesini açıklamakta sinirbilimin şimdiki yetersizliği mevzusudur. Bu sorun, daha geniş bir mesele olan bilinç sorununun merkezinde yer almaktadır. Şayet bilinç beyinde fiziksel bir temele sahipse ve şayet beyin, dış dünyadan gelen verileri her nasılsa birbirine bağlı ama nihayetinde ayrı 10^{11} tane nöronla değerlendiriyorsa, bilinçli deneyimlerimizde niçin bir birlik söz konusu olmaktadır? Algısal alanı, deneyimimizi niçin bir birlik, bir bütünlük halinde kavrıyoruz? Niçin onu milyonlarca birime ayrılmış parçalar halinde görmüyor veya yaşamıyoruz?

Görsel ALGI örneğinde, retinadaki görüntü, beynin yirmiden fazla bölgesi tarafından spesifik özellikleri açısından analize tabi tutulur her bölge şekil, renk, hareket ve yön gibi farklı varlıkla ilintilidir. Bu ayrı sinir etkinliklerinin birleşik görsel deneyimi nasıl meydana getirdiğini bilmiyoruz.

Görevi, beynin ayrı görsel özellik saptayıcılarından gelen bilgileri birleştirmek olan bazı özel nöronların veya sinirsel bir sistemin olması gerektiği düşünülüyordu yakın geçmişte. Büyük annemizi görüyorsak, büyük anneleri algılama durumunda münhasıran uyarılan özel bir "büyük anne nöronu" olmalıdır. Bunun doğru olmadığını artık biliyoruz. Aslında olamaz da sahip olabileceğimiz her muhtemel deneyime özgü bir nöronun bulunmasına imkân tanıyacak sayıda nöron beyinde bulunmamaktadır.

Bağlantı sorunu, bir anda birden çok nesneleri algılayabildiğimiz ve görme, işitme, koklama ve diğer duyularla ilintili beyin bölgelerinden gelen farklı özellikteki deneyimlerimizi gruplandırabildiğimiz gerçeği ile karmaşık bir hal almaktadır. Örneğin yeşil yapraklı pembe bir gülü algılarız. Beynin renk bölgeleri yeşil ve pembeyi saptar; şekil bölgesi ise gülün ve yaprakların şeklini saptar. Niçin pembe yapraklı yeşil bir gül manzarası görmeyiz? Nasıl oluyor da beyin, şekle uygun doğru rengi elde etmek için kendini organize edebiliyor?

Bunun kısmi bir yanıtı, 1980'lerin sonlarından itibaren çalışmalarını yürüten iki görsel nörofizyolog grubu sayesinde elde edilmiştir. Daha ünlü olan gruba Amerika'da Wolf Singer önderlik etmişti. Gül örneğinde, pembeliğe ve güllüğe duyarlı beyindeki tüm nöronların gülün görsel olarak algılanması sırasında birlikte uyarıldığını artık biliyoruz. Aynı şekilde, yeşilliğe ve yapraklığa duyarlı nöronlar birlik içinde uyarılır. Dolayısıyla verili bir görsel özelliğin tanınmasıyla ilintili tüm nöronların eşzamanlı olarak uyarılması, çeşitli nesnelerin özelliklerinin onların beyindeki sinirsel bölgelerle bağlantısını sağlayan şifre olabilir. Bu eşzamanlı uyarının nasıl oluştuğu sorusu cevapsız kalmıştır. Bir nöronun, aynı özelliğe duyarlı beyindeki tüm diğer nöronlarla eşzamanlı davranmasını sağlayan işlem ya da bağlantı nedir? Ve nasıl nesnenin çeşitli özellikleri –gülün pembeliği, yeşilliği, yapraklı olması vb–, farklı nöron gruplarının eşzamanlı uyarılmasıyla bir araya getirilmektedir? Bazı bağlantılar doğuştan olabilir; diğerleri bilindik yüzlerin tanınması gibi tekrarlanan deneyimle güçlenebilir. Fakat insan beyninin tanımadığı görsel bir manzarayı, onu oluşturan nesnelere ve onların farklı özelliklerine ayrıştırma hızı, gizemi derinleştirmektedir.

Belki de bir düzine farklı tanıma alanını verilir bir görsel deneyimle ilişkilendirmek için, beynin, sadece saniyenin onda biri gibi bir zamana ihtiyacı vardır. Bu zaman içinde, beyin, renk, hareket, süreklilik, mesafe, deneyim vb unsurlarla ilişkili alanlardan gelen verileri ve ipuçlarını birleştirir. Bu ipuçlarının bazıları tüm görüntünün bağlamı içinde "tam uyum"u ihtiva eder. Örneğin bir masanın parçaları –her ne kadar gözlemci farklı taraflardan baksa da– tek bir şey olarak algılanır ve masaya

ait parçalar sonuçta odada bulunabilecek başka tahta parçalarından ayrı tutulur. Böyle tam bir uyuma ulaşmak için gerekli hesap miktarı, beyindeki bilinen herhangi bir veri işlemi için engelleyici görünmektedir. Paralel işlem (Bkz. SİNİRSEL ŞEBEKELER) yeterli bir yanıt değildir zira sinirsel bir şebeke, bir kerede sadece bir tane bilindik nesneye veya özelliğe tepki verebilir.

Bağlantı sorunu, Newtoncu fiziğin paradigmasını zihne uygulamaya çalıştığımız zaman felsefi bir engel doğurur. Newtoncu fiziğin öngördüğü gibi eğer tüm eylem ve tepki bitişiklik ve yerel kuvvetler yoluyla gerçekleşiyorsa, böylesine geniş ve ayrı sinirsel alanların davranışları nasıl tek bir belirgin gerçekliğin parçası – bir nesnenin birleşik algısı– olabilmektedir? Görünüşe bakılırsa, ya deneyimle onun fiziksel, sinirbilimsel maddesi arasındaki bağlantının gerekliliğini inkâr etmek zorundayız ya da 20. yüzyıl fiziğinin daha çok yerel olmayan özelliklerinin bir şekilde beynin çalışmasında etkili olabileceği ihtimalini hesaba katmamız gerekir. (Bkz. BİR BİLİNÇ BİLİMİNE DOĞRU; ZİHİN-NEDEN SORUNU; ZİHİNLE İLGİLİ KUANTUM TEOREMLERİ)

BAĞLANTICILIK

Bağlantıcılık en önemli insani bilişsel fonksiyonların, bir sinirsel şebeke modeliyle açıklanabileceğini savunan, felsefe ve bilgisayar tabanlı psikoloji içinde bir düşünce ekolüdür. Sözü edilen model, beynin bilinen iki çeşit sinirsel bağlantısını içerir: Bir tür SERİ İŞLEM yapan birebir sinirsel yollar ve birbirine bağlı binlerce nöronun bir çeşit paralel işlem yaptığı, daha karmaşık SİNİRSEL ŞEBEKELER. Sinirsel şebekeler insan düşüncesine ve algısına hâkimdir. Bağlantıcılık 1950'lerde popüler bir görüş olmuş, daha sonra gözden düşmüş ve sinirsel şebeke teoremi ve işlem makinelerinin başarılı gelişimiyle birlikte 1980'lerde yeniden canlanmaya başlamıştır.

Bağlantıcı modeller, psikoloji ve sinirbilimlerin sunduğu diğer bilgiler ışığında çok fazla tek taraflı görünür ama onlar gerçeğin önemli bir parçasını temsil ederler. Sinirsel şebekeler, insanların çok iyi ve seri işlemcilerin çok zayıf olduğu örüntü tanıma konusunda üstündürler. Beyin zarının mikro yapısı şebekeye benzer ve nöronlar birbirlerine sıkıca bağlıdır; onlar 1 ilâ 2 milimetrelik yarıçap içinde düzensiz görünürler. Beyin zarının

büyük ölçekli yapısı, optik sinir gibi hassas sinirsel yollarla donatılmıştır. Beyincik de hassas bir donanıma sahiptir.

Hafıza ve problem çözme yetisinin bazı türleri yerleşik değildir; tüm beyin zarına yayılmıştır. Bu bağlantısal bir durumu desteklemektedir. Belirli bir yerle sınırlı hasar veya yaşla birlikte nöronların yavaş yavaş ölmesi özel anıları ya da zihinsel yetenekleri etkilemez ama genel ve tedrici bir azalmaya neden olur. Yerleşiksizlik ve "zarif aşağılama", sinirsel şebekelerin tipik özellikleridir ama seri işlemciler bu tür özelliklere sahip değildir. Öte yandan, duyum, motor ve dil yetenekleri gibi diğer zihinsel işlevler belirli bir yerle sınırlıdır. Beynin belli bölgelerinde meydana gelen hasar. Bu yeteneklere özgü ciddi hasarlara yol açabilir.

İnsan hafızasının boyutu da bağlantısal bir durumu desteklemektedir. Her birinin tek bir nöronla temsil edilebileceği kadar çok anıya ve muhtemel tecrübeye sahibiz. Bu çeşit her bir temsilin bir grup nöron tarafından paylaşılma ihtimali yüksektir.

Son olarak, insanların belli zihinsel işlemleri yapma hızı bağlantıcı modeli desteklemektedir. Bir yüzü veya görsel bir manzarayı tanımamız saniyenin onda birini almaktadır. Bu süre içinde tekil nöronlar en fazla 100 kez uyarılabilir; bunun anlamı "tanıma programı"mız en fazla 100 adımda gerçekleşebilir. Ama 100 adım, birebir seri işlem programında çok yetersizdir. Paralel veya sinirsel şebekede daha az adım gereklidir çünkü her bir adım, bir kerede, çeşitli işlemleri, çok sayıda sinirsel bağlantı sayesinde, işbirliğine dayalı bir yolla yürütebilir.

Bağlantıcı modeli destekleyen tüm bu argümanlar, sinirsel şebekelerin insani hesaplamada çok önemli bir rol oynaması gerektiğini belirtmektedir. Tüm hikâye seri işlemden ibaret olamaz. Öte yandan paralel işlemin de kendine özgü zayıflığı vardır. Örneğin o, zihinsel aritmetik ve gramer gibi kurala bağlı işlemlerde zayıftır. Görünüşe bakılırsa beyin, mikro yapısının içinde yer alan sinirsel şebekeleri somut algısal, motor ve çağrışımsal işlemler için kullanırken, seri işlemi de daha yüksek düzeyli bilişsel işlemlerde kullanmaktadır. Ayrıca o, başka hesap türlerini veya seri ile paralel işlemi birleştiren üçüncü bir hesap türünü de kullanıyor olabilir. (Bkz. ZİHİNLE İLGİLİ KAOS TEOREMLERİ; ZİHİNLE İLGİLİ KUANTUM TEOREMLERİ)

BELL TEOREMİ

Bell Teoremi, kuantum mekaniğinin yaptığı kimi tahminlerin önceki fizik görüşleri açısından imkânsız olduğunu öne sürer. Eğer bu kuantum tahminleri doğru ise, onları ölçmek için fiziksel olaylar hakkında bütünüyle yeni olan düşünce kategorileri kullanmamız gerekir. Klasik fiziği yeniden düzenlemek veya "onarmak" yeterli değildir.

Bell Teoremi bilhassa kuantum YEREL OLMAMA olgusunun öngördüğü uzak parçacıklar arasındaki özel karşılıklı ilişkilerle ilgilidir. Klasik fizik, iki veya daha fazla parçacık arasında mevcut olan herhangi bir ilişkiye yerel bir kuvvetin –çekim, itim veya en azından bir sinyalin– aracılık etmesi gerektiğini savunur. Kuantum mekaniği, bu çeşit herhangi bir kuvvet veya sinyal olmadan da iki parçacığın kendiliğinden karşılıklı ilişki kurabileceğini, bazı parçacık özelliklerinin uzay ve zaman içinde yerel olmadan her nasılsa birbirine bağlanabileceğini ileri sürmektedir.

Einstein'in daha önce ortaya attığı bir teoremin farklı bir yorumu olan Bell Teoremi, ilkin David Bohm tarafından tasarlanan kuramsal bir deneyle ilintiliydi. Bu deneyde, iki proton ortak bir kaynaktan odanın karşıt kenarlarına doğru ateşlenir. Kuantum mekaniğine göre iki protonun spinleri ölçüldüğü anda birbirleriyle bağlantılı hale geçecektir –yani, A protonun spininin "yukarı" olduğu bulunmuşsa, tam aynı anda B protonunun spininin "aşağı" olduğu bulunacaktır– diye belirtir, Bohm.

Einstein, bu kuramsal deneyin kuantum yerel olmama olgusunun imkânsızlığını kanıtladığını düşünüyordu. O bunu, literatürde EPR veya Einstein, Podolsky ve Rosen Paradoksu diye bilinen bir paradoks olarak değerlendirmişti. Bell Teoremi, basitçe, eğer protonlar beklenildiği gibi hareket ederse, bunun fiziğin bilinen bakış açılarıyla açıklanamayacağını belirtir. Klasik mekanik, A spini hakkındaki bilgiyi iletmek için bir kuvvet veya sinyalin A'dan B'ye doğru hareket etmiş olması gerektiğini savunurdu, izafiyet bunun imkânsız olduğunu gösterdi, çünkü hiçbir kuvvet veya sinyal A'dan B'ye bir anda –yani ışık hızından daha hızlı– gidemez.

Bell Teoremi, 1970'de Fransız fizikçi Alain Aspect tarafından fotonlar üzerinde yapılan bir deneyle test edildi. Ortak bir kaynaktan iki foton yayıldı ve onların polarizasyonu, her biri

büyük bir odanın karşıt uçlarına vardığında ölçüldü. Kuantum mekaniği, her iki fotonun polarizasyonunun, elektrik titreşiminin düzleme göre hangi açıda gerçekleşeceğinin, onlar ölçülene kadar belirsiz olduğunu belirtir ve A'nın polarizasyonu tespit edildiğinde, B'nin polarizasyonunun aynı anda zıt açıda sabitleşeceğini öngörür. Başka bir deyişle, fotonların polarizasyonu aynı anda birbirine bağlanır. Aspect'in deneyi bunun doğru olduğunu ispatlamıştı. A'nın polarizasyonunu ölçtüğünde, aynı anda B'nin polarizasyonu (ona zıt şekilde) sabitleşmişti. Einstein'in yanlış olduğu anlaşıldı ve kuantum mekaniği haklı çıktı.



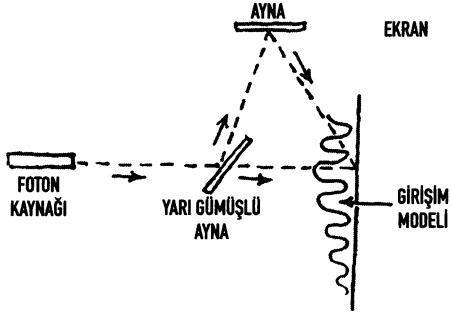
ASPEKT DENEYİ

İki fotonun polarizasyonlarının yerel olmayan bağlılıklarını anlamak için, kuantum holizmini, bütünselliğini ve kuantum alanındaki imkânların veya potansiyellerin birbirine karışmasını hesaba katmak gerekir. Ölçüldüklerinde iki foton bağlılaşık hale gelir çünkü potansiyelleri –belirsiz, dalga özellikleri– öncelikle asla ayrı değildi. Aynı kaynaktan doğdukları için birbirlerine karışmışlardı, daha büyük bir bütünün iki parçası idiler. Dolayısıyla birinin diğerinin ne yaptığını "bilmesi" için, aralarından bir sinyalin veya kuvvetin geçmesine gerek yoktur. Bu holizm sadece belirsiz potansiyeller için mümkündür ve Einstein, onların olabileceği gerçeğini hiçbir zaman kabul etmemiştir. Aslında o, kuantum belirsizliğini tümden kabul etmemişti, temelde, kuantum sistemlerinin davranışını fiilen belirleyen "saklı değişkenlerin bulunduğuna inanıyordu. O, fotonların birbirlerine bağlı hale gelmelerini ancak birinden diğerine giden bir nedensel kuvvet –onun "telepati" diye adlandırdığı– ile anlayabilirdi ve bu imkânsızdı. Einstein yerel olmamayı "hayali ve saçma" diye yaftalamıştı ama Aspect'in deneyi yanıldığını gösterdi.

Aspect'in deneyine benzer deneyler "zaman boyunca" yapıldı ve bu deneyler, geçmiş ve şimdi arasında yerel olmayan bağlılıkların mevcut olabileceğini gösterdi. Bu deneylerden birinde,

iki ayrı lazer demetinden iki ayrı foton farklı zamanlarda bir engeldeki iki yarığın birinden ateşlendi. Her ne kadar bir anda (bizim an kavramımızla) sadece bir foton dedektör ekranına çarpabilse de ekranda beliren girişim örneği, her ikisinin de aynı anda etkin olduğunu göstermektedir. Önceki fotonun dalga modeli veya potansiyeli sonraki fotonun dalga modeliyle kesişir. "Zaman boyunca kesişen" - kesişen iki potansiyel bir girişim modeli üretir, sanki her iki foton da aynı zamanın içindelermiş gibi.

İkinci ve belki daha da etkileyici bir deneyde, tek bir foton ince gümüş tabakasıyla kaplı bir aynaya ateşlenir. Tabaka çok ince olduğu için, fotonun %50'si, ayna sanki düz bir camdan yapılmış gibi içinden geçme şansına sahiptir. %50 de aynadan yansıma şansına sahiptir. Eğer foton dümdüz giderse, saptama ekranına doğru düz ve kısa bir yolu kateder. Yansırsa, daha uzun dolaylı bir yolu takip eder ve saptama ekranına daha geç varır. Ya biri veya ötekisi olmalıdır. Oysa deneycinin saptama ekranında fiilen gördüğü şey, fotonun kendi erken veya geç varma potansiyeli veya imkânıyla girişim oluşturduğuna –kesiştiğini veya dolaştığını– işaret eden bir girişim modelidir. Fotonun geç veya erken varma potansiyeli kendini zamanda yayan, bir çeşit zamansal gerçekliğe sahiptir.



Bu her iki deneyde de her bir foton, birbirine dolanmış –yani yerel olmayan karşılıklı bağlılık kurmuş– "şimdi" ve "sonra" olma potansiyellerine sahiptir.

Fizikçiler bir süre bir "Bell telefonu"nun –yani, uzay ve zamanda aynı anda bilgi aktarmak için yerel olmayan bağlılaşım

etkilerini kullanmanın– mümkün olup olamayacağını merak ettiler. Kuantum belirsizliği bunu imkânsız kılmaktadır. Sadece A'nın ölçülmesi veya gözlemlenmesi durumunda, B'nin potansiyeli "çöker" ama A'nın gerçek deneysel sonucu belirsizdir, bu nedenle fizikçiler deney üzerinde kontrol sahibi değildir. Onların bilebileceği tek şey, fotonların karşılıklı bağlantılı olduklarıdır, yoksa herhangi bir ölçümde hangi değeri veya yönü alacakları değil.

BELİRSİZLİK

Bilim, olayların sonucunu tahmin etmek için doğanın nihai değişmez yasalarına güvenebilir mi? Klasik fizik bu soruya yüksek sesle evet diye cevap verir ancak kuantum fiziği, radikal bir belirsizliğin veya beklenmedik fiziksel olayların ortaya çıkışı etrafındaki kesinliği sınırlama ihtimalini savunur.

Çok eski zamanlardan beri insan yaşamında büyük oranda bir tesadüf hep yer almıştır. Hava durumunu, hastalığın veya felaketin başlangıcını veya diğer insanların davranışını tahmin etmede hiçbir zaman çok usta olmamışızdır. Bu belirsizlik kör şansa veya insan davranışının basit garipliklerine atfedilebilir.

Demokritos, fiziksel alanda tüm olayların bir sebebi olduğunu, öyle ki tüm atomların sabit veya belirli bir tarzda hareket ettiğini savunmuştu. Epiküros, bazı hareketlerin sebepsiz olduğunu ve bazı atomların yollarından sebepsiz yere saptığını savunmuştu. O insanın serbest iradesini, zihindeki atomların bu tür tesadüfi hareketine bağlıyordu.

17. yüzyılın bilimsel devrimine kadar, fiziksel olayların belirli olup olmadığı felsefi veya teknolojik bir spekülasyon olarak kalmıştı. Ancak Newton'un üç hareket yasasını formüle etmesi ve kütle çekimi üzerindeki çalışması, nedensel yasaların olayları belirlediğine dair bir çeşit bilimsel kanıt sunuyor görünmüştü. Herhangi bir fiziksel sistemin başlangıç durumuna ve sistem üzerinde etkili olan herhangi bir değişim kuvvetine ilişkin bilgi elde edildiğinde, klasik bilim adamı o sistemin nasıl davranacağını doğru bir şekilde kesinkes tahmin edebiliyordu.

Newton'dan sonra, fiziksel olaylardaki belirsizlik veya belirgin şans cahilliğe bağlandı –fiziksel bir sistemi etkileyen tüm etmenleri bilemeyebiliriz ama o sistemin ardında öyle davranmasını

belirleyen bir neden vardır–. Ancak bundan dolayı, örneğin oyun gazinolarının "şans yasalarına" bağlı olduğu söylenir. Bir rulet topunun hangi noktada duracağını tahmin edemeyiz ama topun menzili tamamen belirlidir. Her şeyi bilen bir Newtonian bilgisayar her seferinde doğru sayıyı tahmin edebilirdi. Aynı şey hava durumu için de doğrudur. (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON.)

Kuantum mekaniği her şeyi altüst edene kadar, fizikteki belirsizlik, salt tahmin edilemezlik anlamına geliyordu. Kuantum teoremi çok daha radikaldir ve çoklarının huzurunu kaçırır. Olaylar genelde sebepsiz olur. (Bkz. YEREL OLMAMA.) Bir elektron atomun enerji yörüngesinin birinden diğerine zıplayabilir. Radyoaktif bir atom herhangi bir anda bir bozunum parçacığı yayabilir veya binlerce yıl kararlı halde kalabilir. Bizler bu olayları tahmin edemediğimiz gibi onlar büyük oranda belirlenimsizdir. Kuantum gerçekliği için, olayların bir programını sınırlarını belirten bir dizi temel faktör yoktur.

Klasik fizikte, determinizm, sistemin başlangıç durumunu etkileyen değişim kuvvetleri dolayısıyla kesindir. Ama HEİSENBERG BELİRSİZLİK İLKESİ, bir sistemin başlangıç durumunun tüm parametrelerini asla bilemeyeceğimizi gösterir. Eğer bir kuantum cisminin momentumunu (dalga yanını) bilirsek, konumu (parçacık yanı) belirsizleşir. Konumunu bilirsek de momentumu belirsizleşir. Bir kuantum sisteminin belli değişkenleri, onları tamamlayan değişkenler tespit edildiğinde, belirsizleşir veya sabitlikten uzaklaşır. (Bkz. TAMAMLAYICILIK) Ölçülmemiş veya gözlemlenmemiş bir kuantum sistemi, birbirini tamamlayan olasılıklar çiftinin bir öğesi gerçekleştiğinde, çöken veya indirgenen bir olasılılar veya imkânlar dağılımıdır. Çöküş rastgeledir. (Bkz. KUANTUM MEKANİĞİNDE GERÇEKLİK VE Imkân; DALGA FONKSİYONUNUN ÇÖKÜŞÜ)

Belirsizlik, kuantum fiziğini eski bilimsel düşünce türlerinden radikal bir biçimde ayıran kavramlardan biridir. Newton ve takipçilerinin tarif ettiği bilimsel çaba, olayların sonucunu tahmin etmek için gözlem ve nedensel yasalara dayanıyordu. Şimdi, kuantum teoremi, bize, gözlemlerimizin temeldeki bir belirsizlikle kaçınılmaz bir şekilde sınırlandırıldığını ve nedensel yasaların her zaman geçerli olmadığını söylemektedir.

Tesadüf veya rastgelelik evrenin ve onun tezahürlerinin temel bir özelliğidir.

Kuantum olayları olasılıklardır. Bazıları diğerlerine göre gerçekleşmeye daha yakındır. Yeterince çok sayıda ihtimali biliyorsak, bazı sonuç çeşitlerini tahmin edebiliriz. Schrödinger denklemi, bir kuantum sisteminin şimdi ve gelecekteki tüm olasılıklarını tanımlar ama o, sadece bir dizi ganyan bahsidir. (Bkz. DALGA FONKSİYONU VE SCHRÖDİNGER DENKLEMİ.) Tek bir kuantum olayının gelecekteki davranışıyla ilgili işe yarar bir şey söyleyemeyiz. Newtonun evrensel saat makinesi düşü, kuantum fiziğinde evrensel bir rulet çarkına veya bir zar oyununa dönüşmüştür.

Kuantum olaylarının olasılıksal ve gelişigüzel özellikleri, seçilmiş bir düzlemde elektriksel olarak salınan, polarize olmuş bir ışık üzerinde yapılan bir deneyle ortaya çıkarılmıştır. Bu ışık Polaroit tabakayla uygun yönde karşılaşırsa, tüm ışık içinden geçer. 90 derecelik bir açıyla kestiğinde ise hiç ışık geçmez ve 45 derecede ışığın yarısı geçer.

Polarize olmuş ışık bir foton demeti olarak düşünülürse, 45 derecede, fotonların yarısı geçecektir. Ama hangi fotonun geçeceği sorun teşkil etmektedir. Her birinin %50 geçme veya soğurulma şansı vardır, ne foton ne de Polaroit neyin olacağını belirler. Bu bir şans meselesidir.

Bazı fizikçilere göre belirsizlik tüm kuantum çabasına karşı temelli bir itiraz olarak kalmıştır. Einstein hiçbir zaman onunla uyuşmamış ve kuantum teoreminin temelinde yanlış veya eksik bir şeyin olduğunu savunmuştur. David Bohm ve diğerleri, "saklı değişkenler" teoremini ortaya atmıştır. Buna göre saklı değişkenler gözlem gücümüzün kuantum sınırlarının dışında bulunsa da kuantum olaylarının sonucunu belirler. Öte yandan bu teoremin uygulanabileceği bilimsel zeminler yoktur.

Eski Newtoncu dünya görüşünün değerleri ve kategorilerinin içinde, belirsizlik bilimsel girişim için bir tehdit veya engel olarak görünür ama o, yeni bilimsel paradigmanın pozitif olarak gördüğü çok şey için bir zemin oluşturur. Kuantum teoreminde, belirsizlik, gelişen bir sistemin imkânının veya "ihtimalinin" temelini oluşturur. Bir kuantum sisteminin pek çok değişkeni belirsiz veya sabitlenmemiş olarak başladığından, sistem diğer

sistemler, çevresi veya insanlarla yaratıcı bir diyalog içinde gelişebilmektedir. Yeni ilişkiler ve özelliklerin kuantum HOLİZM VE BELİRİŞ'i başlangıç durumlarının belirsizliğine bağlıdır. Nitekim serbest irade imkânı da evrenle ilgili bir şeyin seçim ve eylemin etkisine açık olmasını gerekli kılar.

BELİRİŞ

Fizikte gerçekten yeni olan bir şey meydana gelir mi? Varlıkların özellikleri veya karakterleri "yoktan" mı yaratılır veya uyandırılır? Beliriş, tüm bu sorulara çok önemli bir bağlamda evet diye cevap veren bir görüştür.

Bir cisim veya karmaşık bir sistem, parçalarının özellikleriyle açıklanamadığı ve tanımlanamadığı ya da bu özelliklere ve onların ilişkilerine indirgenemediği zaman, onun belirmiş olduğu söylenir. Çok sayıda insan, hayat ve bilincin beden veya beyindeki fizyokimyasal işlemlere mi indirgenebilir olduğunu yoksa onların belirmiş olgular –kendinden önceki klasik, fiziksel özelliklerden farklı özellikler sergileyen sahiden yeni olgular– mı olduğunu sormuştur. Filozoflar kavramsal düşünme, matematik ve "toplum" gibi şeylerin belirmiş olgular mı olduğunu merak etmişlerdir. Herhangi bir grubun özellikleri ve davranışı, o grubun üyelerinin özellikleri ve davranışıyla tamamen açıklanabilir mi?

Klasik fizik katı şekilde indirgemecidir. O bir bütünün özelliklerinin daha basit parçalarının –nihayetinde atomlarının– ve onlar arasında etkili olan kuvvetlerin özelliklerine indirgenebileceğini savunur. (Bkz. İNDİRGEMECİLİK.) Bundan yola çıkan bir indirgemeci paradigma, biyolojik faaliyetlerin açıklamasını basit fizik ve kimya yasalarıyla açıklarken, insan davranışını, hayvan içgüdüleri veya daha yakın zamanda bilgisayar işlemleriyle tarif eder. Sevgi veya ruhsallık gibi karmaşık insan deneyimleri aynı şekilde "örtbas edilir" –gerçi öteden beri, bilinci Newtoncu fiziğe veya kimyasal kategorilere indirgemeye yönelik tüm çabaların başarısız olduğu kanıtlanmıştır–.

Öte yandan kuantum cisimlerinin ve sistemlerinin tüm özellikleri belirmiş özelliklerdir. Konum, momentum, enerji, spin,[2] vb olgular ölçülene veya gözlemlenene –veya Schrödinger dalga

2. Spin: en genel anlamı ile bir objenin kendi etrafında dönme miktarını ifade eden bir büyüklüktür. (y.h.n.)

fonksiyonu çökene– kadar mevcut değillerdir (belirsizdirler). Potansiyeller olarak vardırlar ama tahminde bulunmakta ve gerçekliklerin özelliklerini açıklamakta kullanılamazlar. Aynı şekilde, iki kuantum sistemi buluştuğunda, onların dalga yanları (potansiyelleri), her iki bileşkenin de sahip olmadığı özellikleri barındıran yeni birleşik bir sistemi oluşturmak üzere üst üste biner. Bütün parçaların toplamından büyüktür. Keza BELL TEOREMİ'ni test etmek için yapılan foton deneyinde her ne kadar nihai polarizasyonlarının ilişkisi ("karşıtlık") zaten sabit olsa da çift fotonların hiçbiri ölçülene kadar polarizasyona sahip değildir. İki foton "birbirine karışır" –yani onlar, her birinin tekil halde sahip olduğu özelliklere indirgenemeyecek yeni bir nitelik kazanır–. (Bkz. HOLİZM)

Kuantum fiziğinde, tüm sistemlerin veya çoğu sistemlerin potansiyelleri bir ölçüde karışmıştır, bu nedenle onların birlikteliğinden beliren özellikler hepsini kuşatıcıdır. Önemli bir bağlamda, dünyadaki tüm özellikler bir ölçüde belirmiştir çünkü hepsinin nihayetinde bir kuantum temeli vardır, iri kaya parçası veya masa gibi çok büyük varlıkların özellikleri, iyi bir yaklaşıklık olarak, onların atomlarının ve aralarında etkili olan kuvvetlerin özelliklerine indirgenebilir. (Elbette hepsi değil; bkz. BOSE-EİNSTEİN YOĞUNLAŞMASI.) Bunun önemli metafiziksel anlamları vardır ve maddi dünyaya bütünüyle yeni bir ışık altında bakma olanağını sunar. Bize hiçbir şeyin bütünüyle parçalarının toplamına indirgenemeyeceğini söyler. Tüm varlıklarda şaşırtıcı ve yaratıcı bir taraf vardır.

Peki 'Beliriş', bir şeyin yokluktan meydana geldiğini mi ima etmektedir? Tam olarak değil. Kuantum fiziğinde, gerçeklikler belirsiz bir potansiyellik denizinden belirir ancak potansiyelliğin kendine özgü bir ontolojik konumu vardır. (Bkz. KUANTUM MEKANİĞİNDE GERÇEKLİK VE POTANSİYELLİK.)

Öteden beri kendilerini indirgemeye yönelik çabalara koruyan dünyevi özelliklerin, kuantum bütüncülüğü veya öz-organizasyonla ilintili belirmiş olgulara dayanabileceği yönünde bir kanaat vardır. Bunlar bilinç, kavramsal düşünme ve hatta belki hayatın kendisini içermektedir. Bu, biyolojik sistemlerin (beyin de dahil) geniş ölçüde belirmiş olgular (kuantum işlemleri ve/veya KARMAŞIKLIK) içermesini gerekli kılmaktadır. Bu ihtimal elinizdeki kitabın değişik yerlerinde tartışılmıştır.

Beliriş/indirgemecilik tartışması holizm/atomculuk tartışmasını yansıtmaktadır. Ne var ki önceki, varlıkların özellikleri hakkında iken; sonraki, varlıkların kendileri hakkındadır.

BEYİN İNCELEME METOTLARI

20. yüzyılda zihinle ilgilenen tüm bilimler zihinle beyin arasındaki ilişkiye odaklanmışlardır. Merkezi sorular şunlardır: Beynin hangi bölgeleri bilinçli deneyimlerimizin bilinen alanlarından sorumlu ve/veya onlarla bağlantılıdır ve bu bağlantıların yapısı nedir? Bu sorular öne sürülürken, modern teknoloji de beynin yapı ve işlevini incelemek için çeşitli metotlar sağlamıştır. Yapının kendisi, insan ve hayvan beyinlerinin anatomisi, tüm düzeylerde makul bir kolaylıkla incelenebilmektedir. Çalışan beyinlerin canlı olması gerektiği için, işlevi incelemek çok daha zordur ve ister istemez dolaylıdır.

Beynin işlevi ile zihinsel yetenek arasında bağlantı kurmaya çalışmanın dolaylı yollarından birisi, beyin hasarına –felçler, şiddet vb yüzünden– sahip kimseler üzerinde yapılan otopsi çalışmalarıyla hayat sırasında tecrübe edilen ilgili işlev kaybını karşılaştırmaktır. Bu, bilhassa beyin hasarı tek bir yetenekte bariz bir kayba yol açmışsa etkilidir. Ayrıca, psikolojik işlevi etkileyen hafif radyoaktif maddeler kullanmak suretiyle de beynin işlevi ile zihinsel yetenek arasındaki ilişkinin dolaylı bir resmi elde edilebilir. Bir X ışını beynin hangi kısımlarının maddeleri emdiğini gösterebilir. Ne var ki hem otopsi çalışmaları hem de radyoaktif madde izleme metodu zihinle beyin arasındaki bağlantı konusunda ancak kısmi bilgi verir.

EEG (elektroensefalograf) makineleri bilim adamlarına davranış veya deneyim ile bağlantılı sinirsel etkinlik hakkında bilgi edinme imkânı vermiştir. İlk kez 1929'da Hans Berger tarafından kullanıma sokulan EEG'ler, çalışan nöronlarca üretilen küçücük elektrik potansiyellerini ölçen voltmetrelerdir. En az bir milyon nöronun ortalama etkinliğini kaydedebilen kafa derisi elektrotları, uyku ve uyanıklılık evrelerini ayırt edebilir veya duyusal uyarımın ürettiği ortalama aktif potansiyelleri kaydedebilir. Ama bu elektrotlar, sinirsel etkinlik ile yüksek zihinsel işlev arasında bağlantı kurmakta çok yetersizdir. Daha fazla ayrıntı, tek bir nöron üzerine yerleştirilmiş mikro elektrotlar kullanılarak

görülebilir. Bu, kafatasını açmayı gerekli kıldığı için, insanlarda sadece gerekli operasyonlar esnasında kullanılabilir. Aynı metot hayvanlarda kullanılmaktadır fakat dil gibi işlevler maymunlar ya da kediler kullanılarak incelenemezler. EEG'nin bir çeşidi olan MEG (magnetoensefalograf), beynin elektriksel etkinliği tarafından üretilen küçücük manyetik alanları ölçer ve daha kullanışlıdır ama araç oldukça pahalıdır.

Beynin aktif parçalarının yüksek kan akışı gösterdiği yönünde bir varsayım olduğu için, kan akışını saptama ve ilgili aktif beyin bölgeleri ile belirli bir psikolojik yetenek –örneğin çeşitli dilsel beceriler– arasında ilişki kurmak için teknolojiye başvurulmuştur. Pozitron yayılım tomografisi (PET) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRI), bu teknikleri kullanır. Her ikisi de sirayet etmez ve insanlarda kullanılabilir ama çok pahalıdırlar. PET ve MRI beynin çalışması hakkında değerli yeni bilgiler sağlamıştır ancak her ikisi de bir saniye ya da ona yakın bir zaman dilimindeki yüksek kan akışını ölçebildiği için tekil sinir itkilerini saptayamazlar. Yine de onlar, beynin uzamsal etkinliğinden ziyade zamansal etkinliği hakkında ayrıntı bilgi veren EEG ve MEG'nin faydalı tamamlayıcılarıdır.

BOSE-EİNSTEİN YOĞUNLAŞMASI

Kuantum dünyasının genelde çok küçük bir alan, atomlar ve temel parçacıklar düzeyiyle sınırlı bir dünya olduğu düşünülür. Neyse ki Bose-Einstein yoğunlaşması gibi tuhaf bir olgu bunu yanlışlamaktadır. Bu olgunun kuantum etkileri bizim büyük ölçekli dünyamızda da hissedilebilir. Bose-Einstein yoğunlaşmasının önemli örnekleri LAZERLER, SÜPER İLETKENLER ve SÜPER SIVILAR'dır.

Bir kuantum sistemini nitelendiren dalga fonksiyonunun dalga etkileri, genelde sadece atom ve molekül boyutlarında hissedilir. Bizim büyük ölçekli dünyamızda kuantum girişimi etkileri hissedilmez. Bu yüzden klasik mekanik iyi işler ve yine bu yüzden maddenin dalga özelliklerinin olabileceği, 20. yüzyıla kadar tahmin edilmemiştir. Ay'ın hareketini veya bir elmanın düşüşünü tasvir ederken atomların dünyasını hesaba katmamız için bir neden yoktur. Buna karşın, kuantum olgularının deneyimimize doğrudan zorla girdiği bazı alışılmadık durumlar mevcuttur.

Fotonlar (ışığın kuantumu) gibi tam sayılı spinlere sahip kuantum parçacıkları BOZONLAR'dır ve bozonlar Bose-Einstein istatistiğine uyarlar. (Bkz. SPİN VE İSTATİSTİK) Bu demektir ki her sayıda parçacık aynı enerji durumunu işgal edebilir. Bose-Einstein yoğunlaşması gibi istisnai koşullarda, devasa sayıda bu çeşit parçacıklar aynı enerji durumu içinde bir araya gelip bizim büyük ölçekli dünyamıza kadar yayılan ortak olgular ortaya çıkarırlar.

Lazerde, astronomik sayıda foton tek bir kuantum durumu içinde birleşir. Sonuç, makroskopik boyutlara uzanan eşevreli bir dalga fonksiyonudur. (Bkz. EŞEVRELİLİK) Sıradan bir ışık demetinde, tekil fotonların tümü FAZ dışıdır. O ne kadar sıkı odaklanmış olursa olsun, demet dağılır ve zayıflar. Bir lazerde, ışık eşevreli, ortak bir şekilde yol alır. Lazer, her bir fotonun tüm diğer fotonlarla eşevreli olduğu tek bir kuantum durumuna sahiptir. Lazerin ışığı çok güçlü olabilir ve odaklanmış demet fark edilecek oranda dağılmadan Ay'a kadar gidebilir.

Bose-Einstein yoğunlaşması, süper sıvı helyum 2'nin tuhaf özelliklerini açıklamak için de kullanılmaktadır. Her ne kadar helyum atomu, bozonlardan değil de FERMİYONLAR'dan oluşsa da belli bir mesafeden bakıldığında bileşik bir yapıya sahipmiş gibi görünür. O, tam sayılı bir spine sahipmiş gibi hareket eder. Dahası moleküller "yapışkan" değil, hafiftir. Bu nedenle MUTLAK SIFIR'a yakın ısılarda, sıvı helyumun Bose-Einstein yoğunlaşması geçirip bağdaşık eşevreli bir şekilde davranması, tüm sıvının tek bir dalga fonksiyonuyla tanımlanabilmesi mümkün olabilmektedir. Normal bir sıvıda, bireysel atomlar ve moleküller sürekli çarpışır ve birbirlerinden sekerler, bu da akıma karşı direnç ve sürtünme üretir. Her bir helyum atomunun eşevreli bir şekilde hareket ettiği bir süper sıvıda durum farklıdır. Süper sıvı helyum, hiçbir direnç olmaksızın bir borudan akabilir; tüm sıvı tek bir dalga fonksiyonuyla tanımlanabilir.

Bir dalga fonksiyonunun makroskopik boyutlar kazandığı duruma başka bir örnek de süper iletkendir. Elektronlar 1/2'lik spine sahip olduğu ve Fermi-Dirac istatistiğine uyduğu için aynı kuantum durumunu paylaşamazlar. Ama bir süper iletkende, zayıf çekim kuvvetleri, elektronların (karşıt momentumlu) eşleşmesini ve tam sayılı bir spine sahip "Cooper çifti" oluş-

turmalarını sağlar. Pek çok metal, mutlak sıfıra yakın ısılarda süper iletken olur. Sonuç, Bose-Einstein yoğunlaşmasına benzer bir olgudur; metrelerce uzayabilen bir dalga fonksiyonuyla tanımlanan elektrik akımıdır. Astronomik sayıda elektron bir tel içinden süper sıvı gibi geçer. Sekip elektrik direnci üretmek yerine, tüm elektron ırmağı üzerindeki her engeli pürüzsüzce aşan koordinasyonu tam bir bale sergiler gibi hareket eder. Süper iletkende dolanan akım binlerce yıl öylece dolanabilir.

Fizikçi Herbert Fröhlich, Bose-Einstein yoğunlaşmasının hayatın ayırıcı özelliklerinden biri olduğunu ifade etmiştir. Onun tartışmalı görüşüne göre organik FRÖHLİCH SİSTEMLERİ, kendi kuantum eşevreliliklerini canlı bir hücre boyutunda sürdürmektedirler.

BOZONLAR

Bozonlar, kuvvetleri oluşturan temel parçacıklar sınıfıdır. Tüm kuvvetler –kütle çekimi (sanırız), elektromanyetik, güçlü ve zayıf çekirdek kuvvetleri– bozonlardan oluşur.

Tüm kuantum parçacıkları ya bozonlardır ya da madde parçacıkları olan FERMİYONLAR'dır. Bozonlar, tam bir spine sahiptirler; yani onlar, kaç tane olursa olsunlar aynı kuantum durumunda bulunabilirler. Bu, tüm parçacıklarının dev bir parçacık halinde birleşmesine imkân tanıyacak denli mükemmel yoğunlaşan maddelerin oluşması diye bilinen BOSE-EİNSTEİN YOĞUNLAŞMASI'na imkân verir. Klasik fizikte bunun bir benzeri yoktur.

Bozonlar, Bose-Einstein istatistiğine uyar. (Bkz. SPİN VE İSTATİSTİK.) Kuvvetlerin temel kuantaları, ilişkili parçacıkları olmalarının yanı sıra, çift sayıdaki fermiyonlardan oluşan bileşik parçacıklar da olabilirler.

BÜYÜK BİRLEŞİK TEOREMLER

Büyük Birleşik Teoremler (BBT'ler) veya Büyük Birleşimin amacı, tüm temel parçacıkları tek bir teorem altında toplamaktır. Kuark teoremi, hadronları KUARKLAR'dan oluşan bileşik parçacıklar diye tarif eder. Kuarklar, gluon parçacıklarının taşıdığı renk kuvveti sayesinde etkileşimde bulunurlar. (Bkz. KAUNTUM RENK DİNAMİĞİ) Aynı şekilde, elektrozayıf teorem zayıf çekirdek

kuvveti ile elektromanyetik kuvveti tek bir şema altında birleştirir. (Bkz. ELEKTROZAY1F KUVVET) Bu şemaya göre kuvvetler, foton, Z° bozon ve iki yüklü W+ ve W– bozonu ile taşınır. Bu teoremler birlikte çok başarılı STANDART MODELİ oluşturur.

Daha ileri gidip renk kuvveti ile elektrozayıf kuvveti birleştirmek mümkün müdür? Parçacık fizikçileri, yeterince yüksek enerjilerde bunun başarılabileceğine inanmaktadır. Bu etkileşimlerin gücü bir çarpışmada aktarılan enerji ve momentumun miktarına bağlıdır. Hem renk kuvveti hem de elektrozayıf kuvvet enerjiye bağlı olarak değiştiği için fizikçiler, yeterince yüksek enerjilerde –muazzam büyüklükteki enerjilerde– iki farklı etkileşimin tam olarak aynı güce sahip olacağını tahmin etmektedirler. Böyle bir enerji durumunda doğa bizim alçak enerjili dünyamızdakinden çok daha simetrik olsa gerektir.

Büyük Birleşim şu şekilde anlaşılabilir: BÜYÜK PATLAMA'nın ilk anlarında, 10^{-34} saniyeye kadar evren, oldukça simetrikti; tüm kuvvetler eşit büyüklükteydi. Bu süre boyunca temel parçacıklar, bir dizi içsel simetri sayesinde birbirlerinin aynadaki görüntüleri gibiydiler. Ancak aradan saniyenin bir parçası gibi bir süre geçtikten sonra, evrenin sıcaklığı 10^{27} K'e düştü, böylece SİMETRİNİN BOZULMASI olayı gerçekleşti. Elektrozayıf kuvvet güçlü renk kuvvetinden, hadron kütleleri de lepton kütlelerinden ayrılmaya başladı. Bu andan önce tek bir çeşit kuvvet ve tek bir çeşit kütle vardı; bu BBT dönemiydi. (Bkz. özet makale D KOZMİK KUBBE'deki l. şema)

Söz konusu yaklaşım daha temel bir simetri arayışına dayanmaktadır. Kuarklar ve elektrozayıf kuvvetin Standart Modelinin simetrileri yeni birleşik bir simetri sunmalıdır. Bu yeni simetrinin daha büyük simetri gruplarını gerekli kıldığı ortaya çıkmıştır. En basiti SU (5) diye adlandırılmaktadır. Fizikçiler, SU (5) veya ona yakın bir şeyin Büyük Birleşimin simetrisi olması gerektiğine inanmaktadırlar. Bu simetri kabul edildiğinde, onunla birlikte yeni bir kuvvet parçacıkları kümesi öngörüsü gündeme gelmektedir. Renk kuvvetinin sekiz gluonuna ve elektrozayıf kuvvetin dört taşıyıcısına ilaveten, doğanın kuvvetlerini taşıyan ve X parçacıkları diye adlandırılan on iki yeni ölçüm bozonları varlık kazanmaktadır. Böylece tüm bunlar bir şema içinde birleşmiş olacaktır. Bu teoremin önemli bir öngörüsüne göre, bu büyük

birleşik kuvvet altında, kuarkların sayısı artık korunamaz. Bu demektir ki üç kuarktan oluşan proton bir pozitronla nötr bir pi-mezona bozunacaktır. Öte yandan bu tahmini sonuç henüz gözlemlenmemiştir.

Bir Büyük Birleşik Teorem aynı zamanda nötrinonun çok küçük de olsa bir kütleye sahip olmasına imkân tanır. Kütleye sahip bir nötrinonun anlamı çok şeyi etkiler. Evrende gözlemlenen madde miktarının tamamı, en iyi ihtimalle, hesaplanan maddenin sadece %10'una karşılık gelmektedir. "Eksik madde" sorunsalı kozmolojide hayati öneme haizdir ve nötrinonun kütleye sahip olması durumunda çözülebilir. Gerçi nötrino elektrondan çok hafif olsa da evrende bulunan muazzam sayıdaki nötrino bu kütle noksanlığını çok iyi izah edebilir. (Bkz. KARANLIK MADDE) Ne var ki nötrinonun kütleye sahip olduğunu gösteren bir kanıt henüz bulunmamıştır.

Büyük Birleşim temel parçacık fiziğine tutarlılık kattığı iddiasındadır. Nötrinonun kütlesi ve protonun sınırlı ömrü gibi ilginç öngörülerde bulunmakta ve ŞİŞME TEOREMİ'nin kuramsallaştırılmasına imkân tanımaktadır. Öte yandan, mevcut temel parçacık hızlandırıcılarının üretebileceğinin çok ötesinde enerjilerdeki parçacıkların varlığını gerekli kılmaktadır. Ve Standart Modele benzer şekilde o da değerleri teoremin kendisi tarafından belirlenmemiş bir dizi temel sabit gibi keyfi özellikler içermektedir.

Bir Büyük Birleştirme Teoremi üç ayrı varlık sınıfına sahiptir: madde (FERMİYONLAR), kuvvetler (BOZONLAR) ve kütleçekimi (GENEL İZAFİYET'in eğri uzay-zamanı). Böyle bir teorem evrenin tarihinin ilk anlarına uzanamaz; kuantum ve kütle çekimi etkilerinin daha birleşik bir teorem tarafından birlikte ele alınmasını gerektirecek kadar cisimlerin çok yoğun olduğu PLANCK SÜRESİ'ne uzanamaz. Fizikçiler hâlâ Planck süresini açıklamak için HER ŞEYİN TEOREMLERİ'nin düşünü kurmaktadırlar fakat hiçbiri henüz tam olarak formüle edilmemiştir ve belki de hiçbir zaman edilemeyecektir.

BÜYÜK ÇEKEN

1977'de, KOZMİK ARKA ALAN RADYASYONU'ndaki pürüzlülüğü inceleyen Amerikalı kozmolog George Smoot ve çalışma

arkadaşları, sürpriz bir keşif yaptılar. Tüm galaksimiz, aslında tüm yerel galaksi gruplarımız, Aslan takımyıldızına doğru saniyede 400 mil hızla ilerliyordu. Bu hareketin arka alan radyasyonu üzerinde küçük bir Doppler etkisi olduğu, Aslana yaklaşan mikrodalga "ışığı" hafif "daha mavi", aksi yönde gideni ise "daha kırmızı" yaptığı gösterildi.

Aslana doğru bu hareket, bir "çeken"e doğru bir çekimin sonucu olarak açıklanabilirdi ancak. Büyük Çeken diye adlandırılan bu çeken yakında olamazdı; yoksa bazı galaksileri diğerlerinden daha çok çekerdi. Çok büyük –yaklaşık 150 milyon ışık yılı ebatta– ve aynı ölçüde uzak olmalıydı. Bu bizim galaksimizin çapından bin kat daha büyüktür. Evrenin yapısı özdeş değildir; bu ölçekte bile. (Bkz. KOZMOLOJİK İLKE)

Büyük Çekenin varlığından yola çıkan bilim adamları kozmik mikrodalgayı geri kalanı için mutlak standart olarak kabul ettiler. O ne mutlak uzay ne de esirdi, eski fiziğin mutlak sabitlere atfettiği bazı rollere sahip bir varlıktı. Sonuçta ÖZEL İZAFİYET'in zaferi göründüğü kadar tam değildi.

BÜYÜK PATLAMA

Çağdaş kozmolojinin temeli olan Büyük Patlama teoremi, evrenin, neredeyse kavranılmaz derecede sıcak ve yoğun bir nokta olarak, 10 ile 20 milyar yıl önce hayata başladığını ve ondan sonra genişleyip soğuduğunu ileri sürmektedir. "Sıcak Bir Büyük Patlama" diye bilinen teoremin ilk detaylı versiyonu, George Gamow ve çalışma arkadaşları tarafından 1940'lar ve 1950'lerde geliştirilmiştir.

Büyük Patlamadan itibaren evrenin genişlemesi, önceden var olan bir uzayın içine doğru maddenin patlaması değil, madde ve enerjinin GENEL İZAFİYET tarafından tanımlanan şekilde bir ortak evrim geçirmesidir. O soğurken, evrenin içeriği, parçacıkların ve ışımanın sıcak bir PLAZMA'sından, yıldızların, ağır elementlerin, gezegenlerin ve bizlerin oluşmasına kadar uzanan bir dizi FAZ GEÇİŞLERİ'ne uğramıştır. (Bkz. özet makale, D KOZMİK KUBBE'deki Şema 1)

Her ne kadar Büyük Patlama, evrenin başlangıç tarihi ve evrimi hakkında çok şey söylese de söylenenlerden daha önemli olan sorular hâlâ cevapsız kalmaktadır. Evren niçin bu denli

izotropik (her yönde aynı) ve bu denli "düz"dür? Niçin anti maddeden ziyade neredeyse bütünüyle maddeden oluşmaktadır? Bu sorular, yüksek enerji fiziğinin tartışmalı BÜYÜK BİRLEŞİK TEOREM (Bkz. BÜYÜK BİRLEŞİK TEOREMLER.)'ine dayanan ve tarihin bir noktasında evrenin ani, düzensiz ve muazzam bir patlama geçirdiğini ileri süren ŞİŞME TEOREMİ tarafından ileri sürülmektedir. Başka bir soru da evrenin temel sabitlerinin, hayatın ve zekânın ortaya çıkmasına niçin bu derece "ince ayarlı" olduğudur? Bu soruyu da ANTROPİK İLKE öne sürmektedir. Ancak bu noktada kozmoloji, gözlemsel bilim ve onun sınırlarının varacağı noktanın ötesine geçerek, daha çok felsefi bir yaklaşım sergilemektedir.

Büyük Patlama teoremini destekleyen beş tane bilimsel husus vardır: GENİŞLEYEN EVREN, KOZMİK ARKA ALAN RADYASYONU, evrendeki hafif elementlerin KİMYASAL ÇEŞİTLİLİĞİ, OLBERS PARADOKSU, MİKRODALGA ARKAALANDA BÜRUŞUKLUKLAR.

BİLGİSAYAR TABANLI PSİKOLOJİ

YAPAY ZEKÂ'nın, insani düşünme işlemlerinin temelde bilgisayar işlemlerine benzediği yönündeki öncülünün doğru olduğunu varsayalım. Böyle bir model insan davranışına ilişkin ne tür bir görüşü sunabilir? Bilgisayar tabanlı psikoloji, insan psikolojisini bir dizi bilgisayar işlemi gibi gören yapay zekânın yan alanlarından biridir. 1940'lardan itibaren bilgisayar kuramının ve teknolojisinin gelişmesiyle birlikte bu psikoloji kolu geniş, tartışmalı bir disipline dönüştü.

Bilgisayar tabanlı psikoloji, basit DAVRANIŞÇILIK'ın ötesine geçmeye çalışan bir çaba olarak bilişsel psikolojiden (Bkz. GESTALT VE BİLİŞSEL PSİKOLOJİ.) doğmuştur. Davranışçılar insan psikolojisini uyarım ve tepki açısından yapılandırırken, bilişsel psikologlar bu ikisi arasındaki etkileşime ağırlık verirler. Bir uyarıma tepki verirken; hangi bilgiler, inançlar, algılar, anılar, düşünceler, hayaller veya dile sahip olduğumuzu sorarlar. Öte yandan, duygu, niyet ve bilinci bilişsel (düşünsel) olgular olarak değerlendirmezler ve bu yüzden onların davranış üzerindeki etkisini incelemezler.

Bilgisayar tabanlı psikoloji, bilişsel yeteneklerle SİNİRBİLİM (beynin biyolojik yapısı ve işlevleri)'den elde edilen bilgiler ve yapay zekâya dayalı bilgisayar modelleri arasında ilişki kurmaya çalışır. Bu, sinirbilim ve bilgisayar biliminin bilinen olguları açıklamak için yeterince geliştiği, ALGI VE HAFIZA gibi alanlarda çok başarılı olmuştur. Bazı bilgisayar tabanlı psikologlar, sinirbilim veya bilgi işlemin problem çözme ve dili anlama gibi yüksek zihinsel işlemleri anlamada yeterli olup olmadığını sorgulamaktadırlar. Bu tür şüphelerden dolayı bu azınlık kendini, algı gibi sınırlı bilişsel alanların detaylı modellerini geliştirmekle sınırlandırmıştır. Diğer bilgisayar tabanlı psikologlar, problem çözmenin de dahil olduğu genel teoremle ilgilenmektedirler. Hepsi insani bilgi işlemin bu ya da şu yanına odaklanmakta birleşmiştir. (Bkz. FORMEL HESAPLAMA; SİNİRSEL ŞEBEKELER)

Bilgisayar tabanlı psikoloji, yapay zekânın ötesine geçer; insanların fiilen şeyleri nasıl yaptığıyla ilgilenir. Yapay zekâ uzmanları, zeki makineler geliştirmekle daha çok ilgilenirler. Yapay zekâdan farklı olarak bilgisayar tabanlı psikoloji, teoremini, daha geniş alanlı psikoloji ve sinirbiliminden elde edilen gerçekler ve gözlemlerle birleştirmelidir. Hafıza üzerinde çalışan bir yapay zekâ teorisyeni, bir (seri) makinenin çok sayıda olguyu hatırlayabileceğini çünkü her bir olguya ilişkin tekil unsurları içeren yeterince büyük hafıza deposuna sahip olduğunu bilir. Ama insanın hafızası daha karmaşıktır. Her insan, hayatı boyunca hafızasında 10^{14} veya daha fazla unsuru depolayabilir. Bu beyindeki nöronların sayısından bin kat büyüktür. Bu yüzden her anının ayrı bir nöronda depolandığını kabul edemeyiz. "Büyük anne nöronu"na sahip olduğumuz için büyük annelerimizi hatırlamayız. Bilgisayar tabanlı psikoloji, insan hafızasına ilişkin daha ayrıntılı bir teoremi gerekli kılmaktadır.

Bilgisayar tabanlı psikoloji, bilgi-işlem makineleri tarafından kopyalanabilen yahut hiç değilse benzeri yapılabilen insani bilişsel yetenekleri incelemekle kendini sınırlandırır. Ancak o, insani yeteneklerin benzeri makine yeteneklerinden farklı bir yolla ortaya çıkabileceğini bilir. Bilişsel psikolog gibi bilgisayar tabanlı psikolog da niyet, duygu ve bilincin davranışta oynadığı rolü incelemez.

BİLGİ

"Bilgi" çağında yaşıyoruz, "bilgi süper-anayolları"nda yolculuk ediyoruz ve çevremiz bilgi teknolojisiyle kuşatılmış durumda. Peki, nedir bilgi? Bir insandan diğerine aktarılarak aralarında iletişim kurmaya yarayan bir şey midir sadece? Yoksa o evrenin esas yapısının içinde zaten mevcut mudur? Niçin hayatlarımızı dönüştürme kapasitesine sahiptir? Niçin ona bu kadar değer veriyoruz?

Fizik ve biyolojide bilgi, bir şeyin yapısıyla ilişkilidir. Rastlantısal olmayan her yapı bazı bilgiler sunar. Bir akçaağaç yaprağı veya kumsaldaki bir ayak izi bilgi içerir ama düşen yaprakların veya bir deniz kıyısına dökülen kumların düzensiz örüntüleri bilgi içermez. Yapı ne kadar karmaşık olursa, şey de o kadar fazla bilgi içerir. Bir insanın parmak izinde sadece beş tane çizginin bulunduğu basit bir çiziminkinden daha fazla bilgi vardır, bir orman manzarasının hologramında aynı manzaranın siyah beyaz fotoğrafındakinden daha fazla bilgi vardır. Ancak yapı, bilginin salt nesnel boyutudur; onu nasıl yorumlayacağımızla veya kullanıma sokacağımızla bir ilişkisi yoktur.

İnsanın bilgi kavramı öznel bir boyuta sahiptir. O, bilgi içeriği kavramını ve bu içeriğin bize ne ifade ettiğini gündeme getirir. İnsani açıdan bilgi, sadece onun yorumlanması –yani söylediği şeyin okunması– ile alakalıdır. Bu yorum yeteneğinin insanın zihninde bulunması gerekmez. Bir bilgisayar sistemi de kendisine gelen verileri yorumlayıp pratik bir amaç için onu değiştirebilir. Biyolojik hücrelerdeki DNA şifresinin çözüm sistemi, DNA'nın yapısındaki bilgiyi proteinlerin üretimine dönüştürebilmektedir. Genç bir izci, bir haritada saklı olan bilgiyi yorumlayıp ormanın içinden yolunu bulabilir.

Buhar motorları veya gazla çalışan otomobil motorları gibi daha eski ve daha bildik enerji makinelerimiz, bir çeşit enerjiyi bir başka çeşide çevirebilmektedir. Öte yandan bir bilgi makinesi, yapıyı, bir tür yapılı davranışa çevirebilir. Dolayısıyla bir DNA şifre çözücüsü, DNA yapısını biyolojik gelişmeye çevirir; bir bilgisayar, programında bulunan yapıyı ve veri girdisini bir ekran görüntüsüne çevirir; bir telefon sistemi, ses dalgalarındaki yapıyı –daha sonra tekrar ses dalgalarına çevrilebilecek– elektrik dalgalarına çevirir. Gerçi tüm bu bilgi çevirileri fiziksel işlemler

olsa da, bilgi "teknolojisindeki önemli nokta, işlemin ne kadar enerji kullandığı değil, o enerjinin modelidir. Enerjiden modele doğru bu kayış, kültürümüzdeki, kasların öneminden beynin –"bilgi devrimi"nin kalbinin– hayati önemine doğru yükselen eğilimi yansıtmaktadır.

Bilgi hem öznel hem de nesnel bir boyuta sahip olduğu için, bazı psikologlar (Bkz. İŞLEVSELCİLİK) onun ZİHİN-BEDEN SORUNU'na anahtar teşkil ettiğine inanmaktadırlar. Bizler öznel olarak, düşüncelerimizin, algılarımızın, anlayışlarımızın ve eylemlerimizin farkındayızdır. Onların hepsi bir bilgi içeriğine sahiptir. Beynimizdeki sinirsel donanım, bilgisayardaki çip gibi bu bilgiyi nesnel bir şekilde işler. Fakat insani tecrübe ve öznellikte, bilginin salt işletimi ve onun eyleme çevrilmesinden daha fazlası vardır. Duyumlarımızın özel nitelikleri –kırmızının kırmızılığı, acının acılığı– özel bilgi içeriğinin ve onunla ilişkili şeylerin biçimsel yapısının üstünde ve ötesinde deneyimlerdir. Senin diş ağrın hakkındaki bilgimin miktarıyla kendi diş ağrım hakkındaki bilgimin miktarı eşit olabilir ama bilincim ikisi arasında fark olduğunu söyler. Bilginin öznel boyutu, hâlihazırdaki işlevci modelle anlaşılabilecek hususlardan daha fazlasını kapsamaktadır.

Gelişigüzel olmayan bir yapı olarak bilgiyi kavrayışımız, evren ve onun kökeni hakkında ilginç ama öteden beri cevapsız kalmış soruları gündeme getirmektedir. Yüksek entropi, bir sıfır bilgi durumudur. O bütünüyle gelişigüzeldir. Dolayısıyla evren yüksek-entropi durumundan başlamış olamaz; aksi halde şimdiki akıl almaz yapısına sahip olmazdı. O apaçık biçimde bir düşük-entropi, yüksek-bilgi durumu olarak başlamıştır. Fakat bu duruma nasıl ulaştı? İlahi tasarımla mı? Önceden var olan bir vakumla mı? (Bkz. KUANTUM VAKUMU) Şimdilik bu sorular –BÜYÜK PATLAMA ve ilk vakumun yaratılmasıyla başlayan–, bilinen fiziğin dışında kalmaktadır.

Bir Bell telefonu mühendisi olan Claude Shannon tarafından 1940'larda geliştirilen matematiksel bilgi teoremi, gürültü veya insani hatalar yüzünden elektronik mesajlarda oluşan hataların "fazlalık" ile –mesajların kopyalanması yoluyla– azaltılabileceğini kanıtlamıştır. Mesajın uzunluğunu arttırma külfetiyle kesinlik elde edebiliriz. Beyin de bilgi-işlem prosedürlerinde fazlalığı

kullanmakta, sinirsel donanımın farklı yerlerinde aynı işi kopyalamaktadır. Bu nedenle bazı sinir hücrelerinin kaybedilmesi fiili performansı azaltmamaktadır. Bu, beynin, seri ya da birebir veya sinirsel bağlantılarından ziyade onun paralel işleminin bir özelliğidir ("zarif indirim"). (Bkz. SİNİRSEL ŞEBEKELER)

Bilgi ölçümünün temel birimi, ikili bir birim olan "bit"dir. Bit, eşit ihtimale sahip iki alternatif arasındaki tercihi temsil eder: yazı tura atmak, bir soruya evet veya hayır diye cevap vermek, bilgisayar içindeki bir elektronik devrenin açık ya da kapalı olması gibi. Bu ölçüm şemasında, alternatifler eşit ihtimale sahip olmak zorundadır; tamamen belirlenmiş veya beklenen bir olayın olmasıyla bilgi sağlanmaz. Bayt daha büyük bir bilgi birimidir: 8 bitlik dizgiden oluşur. Her bir bayt $2^8 = 256$ alternatifi temsil eder; bu da bir bilgisayar programına bir karakteri –bir harf, bir sayı, bir noktalama işareti ya da bir kontrol talimatı– kaydetmek için yeterlidir. Bilgisayar bellekleri megabaytlarla, yani milyonlarca baytlarla ölçülür.

BİLİŞSEL BİLİM

Bilişsel bilim, genelde problem çözme ya da düşünme faaliyetlerinin incelenmesiyle ilgilenir; bu faaliyetler ister insanlar, ister hayvanlar isterse de makineler tarafından yapılsın fark etmez. Enformasyon devrimi için büyük teknolojik anlamlar ifade eden, günümüzün en heyecan verici araştırma alanlarından biridir bu. İnsanın düşünme kapasitesini taklit edecek ya da onun ötesine geçecek zeki makineler geliştirme amacı güden YAPAY ZEKÂ ile yoğun işbirliği söz konusudur. Bilişsel bilim ve YZ, insanın düşünme faaliyetinin süreçlerini anlamak ve matematiksel hesaplar yapan, kelimeleri kullanan ya da bilgiyi hatırlayan makinelerle onun eksikliklerini gidermek için daha hızlı ve etkili yollar bulmak suretiyle insan düşüncesini geliştirmeye çalışmaktadır. Bilişsel bilim, bu nedenle, insanlar fiilen nasıl düşünüyorlar konusunu incelemekle kendini sınırlandıran BİLGİSAYAR TABANLI PSİKOLOJİ'den daha geniş bir alandır.

Bilişsel bilimin hem kuramsal hem de uygulamalı yanları vardır. Kuramsal olarak yeni bir bilim olsa da bilişsel bilim, eski mekanikçi paradigmanın derinliklerinde yatıyordu. Problem çözmek için iki önemli modele sahiptir; kişisel bilgisayarlardaki

SERİ İŞLEM, SİNİRSEL ŞEBEKELER'deki paralel işlem. Her ikisi de makineler tarafından kopyalanabilir. Bu da tartışma doğurmuştur. Zihnin bilgisayar modelleri insan psikolojisine eksiksiz bir yaklaşım sunabilir mi, şeklindeki soru etrafında, ateşli bir felsefi tartışma dönmektedir. Örneğin, bkz. İŞLEVSELCİLİK, ZİHİN-BEDEN SORUNU, PENROSE VE HESAPLANAMAZLIK VE TURİNG TESTİ.

Şimdilik, bilişsel bilimdeki çoğu araştırma projeleri, iki bilgisayar-işlem modellerinin kuramsal güçlerini ve sınırlarını test etmeye tahsis edilmiştir. Onların her biri ne yapabilir veya yapamaz? Bu ilkelere göre yapılan makineler, insanın sinirsel ve psikolojik işlevi hakkında bilinenlerle nasıl karşılaştırılabilir? Yapay sistemler, bizim gibi ya da bizden daha iyi problem çözebilir mi? Makinelerin "düşünme" biçimi insanın düşünme biçimini anlamada bize yol gösterebilir mi?

Halihazırdaki kavranılan haliyle bilişsel bilim, kuramsal sınırlamalara sahip olabilir. En iyi soruları gündeme getirmiyor olabilir. Ama onun araştırması, bilgi işlem ve problem çözme konularında dünyanın kapasitesini büyük oranda ilerleten pratik araçların geliştirilmesini sağladı.

BİLİŞSEL PSİKOLOJİ
Bkz. GESTALT VE BİLİŞSEL PSİKOLOJİ.

BİR BİLİNÇ BİLİMİNE DOĞRU

Çocuk olarak öğrendiğimiz ilk derslerden biri dünyayı şeylere ve kişilere bölmektir. Her ikisi de nesnel, maddi bir yana sahiptir ama insanlar ayrıca öznel, zihinsel bir boyuta sahiptirler. Nesnel olan bir şey, prensipte herkes tarafından gözlemlenebilirdir. O, görülebilir, dokunulabilir, tartılabilir ve ölçülebilirdir. Fakat varlıkların nesnel niteliklerini gözlemleyenler öznelerdir. Onların tecrübeleri özeldir. Madde bilinçsiz ve atıldır, fiziğin kanunlarını takip eder. Zihin ise bilinçli bir unsurdur; fizik yasalarıyla ilişki kurabilir de kurmayabilir de. O, bir varlık olmaktan çok bir süreçtir; saptanamaz, her bakış açısından aynı görünmez. O halde onu nasıl inceleyeceğiz?

Bilinç sorunu –onun nasıl tanımlanacağı ve bilimsel paradigmamızın içine nasıl yerleştirileceği– 20. yüzyıl biliminin çetin bir

sorunudur. O, her hırslı sinirbilimcisinin ve çok sayıda fizikçinin cevaplandırmak istediği "çetin soru"dur. Bugünün düşünürleri bilincin gerçekliğine ve özelliklerine "bilimsel" bir yolla eğilmek için çaba sarf etmektedirler. Bunu yerine getirme süreci, bizi, bilim ve bilimsel metot anlayışımızı genişletmeye sevk edebilir.

17. yüzyıldan itibaren bildiğimiz bilim, nesnel gerçekliğin tarafsız ve tekrarlanabilir incelemesiyle ilgilenmektedir. Onun tüm güvenilirliği, öznel olguları dışarıda tutma ilkesine dayanır. Bu ilke, Descartes'ın zihnin ve maddenin özellikleri ayrımına ve daha sonra bilimsel araştırmanın doğru nesnesinin madde olarak tayin edilmesini öngören Newtoncu yaklaşıma dayanır.

20. yüzyılın başında, beyin bilimleri ve psikolojinin doğuşuyla birlikte, zihin, bilimsel araştırma için makul bir hedef oldu. Ancak zihnin "yeni" bilimleri, "eski" bilimsel paradigmayı kullandı. Onlar, büyük oranda meydana çıkmış, bütüncül ve öznel bir olguya, indirgemeci nesnelliğin metotlarını, standartlarını ve varsayımlarını uyguladılar. Sonuç, nöronlar, kimyasal maddelerin beynin yetileri üzerindeki etkisi ve algının işleyişi hakkında elde edilen geniş bilgi birikimidir. Ama bilincin işleyişi bu tür bir araştırmaya uygun düşmez. Manzaraya bakılırsa bu bilim adamları, adeta hareketsiz bir fonda film seyrediyorlar veya Kaliforniyalı yazar Alan Watts'ın deyişiyle "yemek yerine menüyü yiyor."

20. yüzyılda, izafiyet teoremi, KUANTUM FİZİĞİ ve kaos teoremi, büyük oranda değişen maddeyle ilgili kavrayışa katkıda bulunmuştur. (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON; GENEL İZAFİYET; ÖZEL İZAFİYET.) Şimdi madde, sürecin kendisi, "dinamik enerji çeşitleri" olarak yaygın şekilde kabul edilmektedir. Onun özelliklerinin ne derece "nesnel" biçimde ölçülebileceği meselesi genelde tartışmalıdır. Yeni bilimler, bizi, belirsizlik, kesinsizlik ve bağlam ile ilişkinin önemi kavramlarını anlamaya sevk etmektedir.

Onlar belirgin, yaratıcı ve bütüncül fiziksel süreçlere odaklanmaktadır. Zihin bilimlerinde, yeni bilimlerin paradigmasını bilinç araştırmasına uygulamaya dönük yeni çabalar vardır. ZİHİNLE İLGİLİ KUANTUM TEOREMLERİ ve ZİHİNLE İLGİLİ KAOS TEOREMLERİ bulunmaktadır. Öteden beri bu teoremler umut verici ama tahminlere dayalı olarak kalmıştır. Onların en büyük katkısı, bilimde kavramsal bir devrime, zihin araş-

tırmasıyla beden araştırmasının birleştirilmesine veya öznel paradigmalarla nesnel paradigmaların birleştirilmesine yönelik bir hareketi tetiklemek olabilir.

BİR KUANTUM AŞÜFTESİ

Kötü ve tatsız şeylerden korunmuş genç bir bayanın, balosunda, ilk kez sosyeteye takdim edileceğini düşünün. Kız, her biri bir kart sunup kıza flört teklifinde bulunan bir düzine taliple kuşatılmış olmaktan heyecan duyar. Birden bütünüyle yeni bir imkânlar dünyası kızın önüne açılmıştır. Ve o, doğal olarak sonunda rüyalarının erkeğiyle mutlu bir evlilik yapmak için potansiyelini öğrenmek ister.

Gerçek dünyada, gündelik gerçekliğin dünyasında, kız, imkânlarının her birini tek tek keşfetmek için kişilerin listesini çıkarır. Sonunda taliplerin her biriyle flört eder, belki doğru kişiyi bulduğundan emin olmak için birkaç kere flörtte bulunacaktır. Halbuki bir kuantum sosyete genç kızı için durum çok farklı bir seyir izler. Şaşkın kız tüm taliplileriyle bir kez flört eder. Hatta hepsiyle aynı anda evlenmeye bile karar verebilir ve onun rezalet çıkaran ailesi bunu protesto etmek isterse, kızı aynı anda pek çok adreste bulmak zorunda kalacaklardır çünkü kız o taliplilerin hepsiyle yaşıyor olacaktır. Eğer kız istiyorsa, çok sayıdaki aşk yuvalarının hepsinin balkonundan salınabilir.



Sonunda tüm imkânlarının farkına varan kız, tek eşli bir aile saadetini bütün bir ömür yaşamak için taliplilerin sadece biriyle evlenecektir ama ardında kendinden izler bırakarak. Şehirde yaşayan pek çok insan, onunla caddede karşılaştığını hatırlayacak veya en azından onunla ilgili bir dejavu duygusu hissedecektir, her ne kadar onun nerede yaşamış veya ne giymiş olduğunu kesinkes hatırlayamasalar da.

Eğer doğa kendi seyrini takip etseydi, onun eşzamanlı gizli ilişkilerinin herhangi birinden bir çocuğu, çoğu tarafından da belirsiz bir şekilde hatırlanacak, karma bir görüntüsü olacaktı, her ne kadar onun daha belirli bir versiyonu şimdilerde emekleme çağında olsa da.

Kuantum aşüftesi örneği çok abartılı veya gerçek payı az görünebilir ama aslında o, kuantum gerçekliğinin ve/ve de doğasını açıklamaktadır. Kuantum sistemleri evrildiğinde, aynı anda her yönde imkânlar ortaya atarlar. Her bir imkân, sistemin alabileceği gelecekteki yön veya onun ilerde bulunabileceği bir durumdur. İleri bir yöne veya duruma geçiş "denemeleri" veya imkânlarına SÜPERPOZİSYONLAR adı verilir ve bunlardan sonsuz sayıda bulunabilir, bazıları diğerleriyle çelişebilir veya onları silebilir ama hepsi aynı anda olur.

Bir atomun enerji yörüngelerindeki bir elektron başka bir yörüngeye geçecekse, aynı anda olası tüm alternatif yörüngelere geçişleri geçici olarak denemek suretiyle "ortamı yoklar". Küçük fakat münferit bir sürede, elektron tüm uzay ve zaman üzerinde dağılır ve her yerde ve zamanda bulunur. Aynı şekilde, kuantum sistemlerini tanımlayan Schrödinger denklemi eşanlı fakat genelde doğal olarak çelişen, sınırsız sayıda imkânları içerir. Bu imkânların her biri sistemin ileride indirgenebileceği bir durumu ifade eder. (Bkz. DALGA FONKSİYONUNU ÇÖKÜŞÜ; DALGA FONKSİYONU VE SCHRÖDİNGER DENKLEMİ) ÖNSÖZ'de, Schrödinger'in kedisiyle bunun açıklanışını görmüştük –kedinin dalga fonksiyonu aynı zamanda hem ölü olma hem de diri olma ihtimalini barındırıyordu–. Bir süre için her iki olasılık da gerçekti –kedi bulunduğu kuantum durumu içinde ölü ve diriydi–.

Çok sayıda ve genelde çelişen, olası hareketler veya olası durumların bir arada var olması kuantum gerçekliğinin karakteristik bir özelliğidir. Ancak bu aynı zamanda olasılığın "gerçek"

doğasıdır da. Nasıl ki hayalimizde oluşturduğumuz fanteziler veya ayartmalar genelde kendi davranışımız veya başkasının davranışı üzerinde gerçek bir etki yapıyorsa, kuantum aşüftesinin "olası" ilişkilerinden de çocuklar dünyaya gelebilir, tıpkı geçici bir değişim içinde bulunan bir elektronun başka bir parçacıkla çarpışıp ondan sonra da kuşkusuz varlığını koruması gibi. (Bkz. SANAL GEÇİŞLER)

Çift yarık deneyinde, her bir foton aynı anda her iki yarıktan da geçer ama ekranda tek bir yere varır. (Bkz. BAĞLAMSALCILIK) Aynı şekilde kuantum aşüftesinin emekleyen çocuğu da üst üste gelen çeşitli ilişkilerden doğmuştur.

ÇEKENLER

Lineer olmayan pek çok sistem belli bir davranışı tekrarlamak zorundaymış gibi hareket eder. Bunlar bir çekenin idaresi altındaki sistemlerdir. Banyo küvetinden süzülen suyun yaptığı spirallere bakın; elinizi girdaba koyun, o geçici olarak bozulacak ama sonra tekrar ortaya çıkacaktır. Suyun hareketi, girdabı sürdüren limit-devri çekeni diye adlandırılan bir çeken yaratmıştır.

Bir saatin sarkacı da bir limit-devri çekeninin idaresi altındadır. Her salınımda, sarkaç orta noktadan geçerken hızlanır, salınımın en üst noktasından geçerken de yavaşlar. Sarkaç, maksimum hız, sıfır mesafe ve sıfır hız, maksimum mesafe arasında defalarca salınır. Sarkaca üfleyip salınımı bozun. Bir süre için yavaşlar veya hızlanır ama çok geçmeden düzenli, kararlı şekilde salınmaya tekrar başlar. Banyo küvetindeki girdap gibi, sarkacın hareketi de limit-devri çekeni yüzünden tekrarlıdır.

Limit-devri çekeni üreten sarkacın lineer olmama özelliği, her bir salınımın, sonradan sarkacı hafiften itecek bir kaçış mekanizması tetiklemesi gerçeğinden doğar. (Pek çok modern saatte, sarkaç basit bir vitrin dekoru parçasıdır çünkü o, mekanizmanın içindeki küçük kuvars saatten gelen sinyaller tarafından çalıştırılır.)

Limit-devri çekenlerine verilecek başka bir örnek de turnabalıklarının alabalıkları yediği bir göldeki idealleştirilmiş AVCI-AV sistemidir. Sezon sezon alabalık sayısı ile turnabalığı sayısı tamamen tekrarlı bir yolla salınır. Eğer çok fazla turnabalığı olursa, alabalık nüfusu düşer ve turnabalıkları yiyecek

kaynaklarını yitirir. Ama turnabalıkları ölmeye başladığında, alabalıklar kendilerini rahatsız edecek avcılara sahip olmadığından nüfus olarak tekrar canlanırlar. Bu şekilde alabalıklar ve turnabalıkları, dışarından bir müdahale olmadıkça, sonsuz bir limit-devri sayesinde birbirini takip ederler.

Çeşitli makineler ve elektrik devreleri de dahil olmak üzere pek çok sistem limit-devri davranışı sergilerler. Ayrıca daha karmaşık sistemler de vardır, birlikte çalışan iki sarkaç ve turnabalıkları ve alabalıklarla dolu bir göle, fenerbalıklarının de eklenmesi gibi. Bu durumda, tek bir tekrarlı davranış yerine, sistem, salınım içinde bir salınım sergiler. Çekeni artık bir devir değildir ama gözleme ve kaval şekillerinden oluşan bir yüzeydir. Bunu hayal etmek ilk bakışta biraz zor gibi görünüyor. Hatırlanması gereken şey, çekenin bizim sıradan uzayımızın içinde değil de, "davranış uzayı" veya daha doğru bir ifadeyle "faz uzayı" –sistemin tüm ilgili değişkenlerinin bir grafiği– diye adlandırılabilecek bir uzayda bulunan bir şekilde olmasıdır.

Davranış uzayında puding kaplarına veya vadilere benzeyen nokta çekenler de vardır. Saatteki kaçış mekanizması kapatıldığında sarkaç saniyeleri vurmaya devam eder. Lâkin çok geçmeden sürtünme ve hava direncinin etkisiyle sarkaç yavaşça durur –sabit durgunluk noktasına çekilir–.

Yaz sıcağında, bir nehir yavaş ve düz akar. Suyun her yeri aynı nokta çekeninin kontrolü altındadır. Suya sürgün attığınızda, onların aynı hızla ve aynı mesafe aralığıyla akıp gittiğini görürsünüz. Suyun momentumu ve komşu bölgelerin göreceli ayrılığı sabittir.

Derken yağmur yağar ve nehrin hızı artar. İki sürgün, birinin daha hızlı bir su akımı tarafından sürüklenmesi neticesinde birbirinden epey ayrılır. Limit devirleri ortaya çıkar ve su bölgeleri anaforlara dönüşür. Daha hızlı akan nehrin desteklediği bu anaforlar oldukça kararlıdır ve uzun mesafeler boyunca varlıklarını koruyabilirler. Yağmur devam ederse, hızlı akan nehir, anaforlar içinde anaforlara sahip olan daha büyük bir karmaşıklık sergiler. O artık gözleme veya yumru çekeninin kontrolü altındadır.

Bu sürecin her aşamasında, bir çatallanma noktası, davranışın bir türden diğerine sıçradığı bir bölge vardır. Yavaş akan

nehir, bir nokta çekeninin kontrolü altındadır, ta ki yeterli bir akış oranıyla, nehrin bir limit-devri davranışına sıçradığı bir çatallanma noktasına gelininceye kadar. Sonraki çatallanma noktası bir limit-devrinden yumru çekenine sıçrayışı içerir. Her durumda, sistem kendi çekenini üretir. Limit devri veya nokta çekeni sistemin dışından kaynaklanıp onun davranışını etkileyen bir unsur değildir; o lineer olmayan genel dinamiğin bir ifadesidir.

Eğer hızlı akan bir nehir anaforlardan anaforlar içindeki anaforlara sıçrarsa sonraki adım ne olur? Anaforlar içindeki anaforlar içinde anaforlar mı? Evet. Ama sonunda bu çatallanmalar bir fraktala –tuhaf çekene– yol açar. (Bkz. FRAKTALLAR) Fraktal şekle ve boyuta sahip bir çekenle, sistemin davranışı, sudaki her öğenin momentumu ve değişen konumu, sonsuz karmaşıklıktaki bir şekle doğru çekilir. Suyun her parçası hayli karmaşık, kaotik bir hareket sergiler. Sonuç türbülanstır. Genelde, kaotik ve tesadüfi bir sistemin işleyişi bir tuhaf çekenin kontrolü altındadır. Böyle bir sistemin hareketi sonsuz karmaşıklığa sahiptir ve pratikte, uzun vadede tahmin edilemezdir. Bununla birlikte deterministtir. Hava veya borsa gibi, yarın muhtemelen bugün gibi olacaktır ama gelecek yıla dair tahmin yürütemeyiz.

CHURCH-TURİNG TEZİ

Church-Turing tezi, tüm matematiksel hesap türlerinin varsayılan doğası ve onların bilgi-işlem makineleri tarafından yürütülmesi imkânı hakkında bir önermedir. Bu tez YAPAY Zekâ felsefesinin merkezinde yer alır ve daha çok, tüm düşünme biçimlerinin FORMEL HESAPLAMA yapısına sahip olduğunu ima edecek şekilde yorumlanmıştır.

1936-1937'de, İngiliz matematikçi Alan Turing, Turing Makinesi diye bilinen bir çeşit kuramsal bilgisayar geliştirdi. (Bkz. TURİNG MAKİNELERİ.) Aynı zamanda, Amerikalı matematiksel mantıkçı Alonzo Church, lambda-hesabı diye adlandırılan bir hesap mantığı şeması geliştirdi. Turing makinelerinin yaptığı hesap ile lambda metoduyla yapılan hesabın eşit olduğu –yani, iki sistemden biriyle yapılabilen herhangi bir hesap, çevrimden sonra, öbür sistemle de yapılabilmektedir– sonradan kanıtlandı. Hem lambda-hesabı hem de Turing makinelerinin yaptığı işlem

adım adım, kurallı hesaplamadır, her yeni prosedür önceden kullanılan prosedürün sonucuna göre gelişir ve ardından belirli bir tarzda sonraki prosedüre yol açar.

Sonraları, değişik biçimleri daha tanımlanmış ve onların da Church ile Turing'in hesaplarına eşit olduğu bulunmuştur. Bir tanesi formel hesaplama hakkındaki yazımızda tarif edilen "Taş Devri" bilgisayarıdır.

Bugün, algoritma, Church-Turing tarzı hesaplama sistemiyle yürütülebilen kurallı herhangi bir işlem olarak tanımlanmaktadır. "Güçlü yapay zekâ" taraftarları, tüm zihinsel işlemlerin algoritmik, olduğunu savunurken, "zayıf yapay zekâ" taraftarları, herhangi bir zihinsel işlemin algoritmik hesapla taklit edilebileceğini söylemektedirler. Bu metafiziksel veya sezgisel düşünce için doğru görünmemektedir ama yapay zekâ taraftarları bu işlemlerin açıkça ortaya koyulmadığını iddia ederler.

Modern seri bilgisayarlar Turing makinelerine denktir, tek farkla ki mevcut tüm bilgisayarlar sadece sınırlı bir belleğe sahiptir. Bu sınırlama prensipte bir engeldir ama pratikte değil. Basit bir cep hesap makinesi bile, belleği sınırsız olsaydı ve algoritma onun "diline" çevrilseydi, herhangi bir algoritmayı yürütebilecekti.

Kuramsal Turing makinelerini aşan bir hesap işlemi bulunmadığı için, Church ve Turing böyle bir işlemin olmadığını kabul etmişlerdir. Church'ün tezi, apaçık tanımlanmış tüm matematiksel işlemlerin bu çeşitten olduğu yönünde iken, Turing, herhangi bir fiziksel matematiksel işlem cihazının bir Turing makinesinin taklit edebileceği şekilde çalıştığını vurgulamıştır. Bu iki görüş aynı değildir; Church'ün tezi, biyolojik bilgisayarların (beyinlerin) Turing makinelerinde bulunmayan farklı bir yolla hesap yapabileceği ihtimaline kapı aralamaktadır. Roger Penrose (Bkz. PENROSE VE HESAPLANAMAZLIK) iki görüşün "Church tezi" ve "Turing tezi" diye adlandırılması gerektiğini öne sürer. Şimdiye kadar, her iki teze de tartışılmaz alternatifler geliştirilmemiştir, her ne kadar, Penrose gibi yapay zekâ muhalifleri bazı alternatiflerin bulunduğunu düşünseler de.

Elbette insan psikolojisinin hesaplamanın dışında bulunan yanları da vardır. Deneyim, güdülenme ve niyet Church-Turing tezi yalnızca düşünme işlemlerine uygulandığı için bu

psikolojik yanlar teze karşı doğrudan bir meydan okumada bulunamazlar.

CRİCK HİPOTEZİ

1962'de, Francis Crick, DNA'yı ortaklaşa keşfettikleri için Nobel ödülünü James Watson ve Maurice Wilkins ile paylaştı. O zamandan beri Crick kendini sinirbilimine, özellikle bilinç sorununa adamıştır. Çalışmasının özü, bilincin varlığının ve doğasının, beyindeki sinirsel çevrimin işlevi ve doğasıyla tam olarak açıklanabileceği savından ibarettir. 1994'te bilinç hakkında yazdığı kitabı *The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for The Soul*'da, Crick, hipotezini cesaretle dile getirir: " 'Sen', senin sevinçlerin ve acıların, anıların ve tutkuların, kişisel kimlik ve özgür irade duyun, gerçekte sinir hücreleri ve onlarla bağlantılı moleküllerin geniş bir birlikteliğinin davranışından başka bir şey değildir." Ona göre, bu sinir hücrelerinin açıkladığımızda bilincin sırrına da ermiş olacağız.

İnsan beyninin tüm işlevinin inceleme için fazlasıyla karmaşık olduğu gerçeğini kabul eden Crick, incelemesini, hakkında çok şey bilinen ve daha ileri düzeyde incelemenin mümkün olduğu görsel sistem üzerinde odaklandırmıştır. Crick, görme hakkındaki mevcut bilginin, psikoloji ve bilişsel bilim alanlarında yapılacak uygun araştırmayla birleştiğinde, bilincin temel mekaniğini ortaya çıkaracağını savunmaktadır.

Crick'in teoremine getirilen eleştiriler, onun tüm yaklaşımının çok indirgemeci (Bkz. İNDİRGEMECLİLİK) olduğunu ve felsefi özenden yoksun bulunduğunu vurgulamaktadır. Zihnin bilimsel bir açıklamasının peşinde olan az sayıda insan, sinirsel etkinliğin, bilinçli hayatımızın zorunlu temeli olduğunu inkâr edecektir ancak daha da azı, onun kendi başına bilinçli deneyimin yeterli bir açıklamasını sağladığını kabul edecektir. Görmenin kendisi, özellikle de BAĞLANTI SORUNU henüz tam olarak anlaşılmış değildir; buna rağmen örneğin kırmızı rengi algılamamıza eşlik eden sinirsel etkinlik hakkında çok şey biliyoruz. Crick'in hipotezine karşı getirilen eleştirinin dayanak noktası, bizim kırmızıyı görmemize eşlik eden sinirsel saik ile kırmızıyı fiilen deneyimlememiz arasında bir köprünün henüz kurulmamış olmasıdır. Bu deneyim nereden gelmektedir? Belli

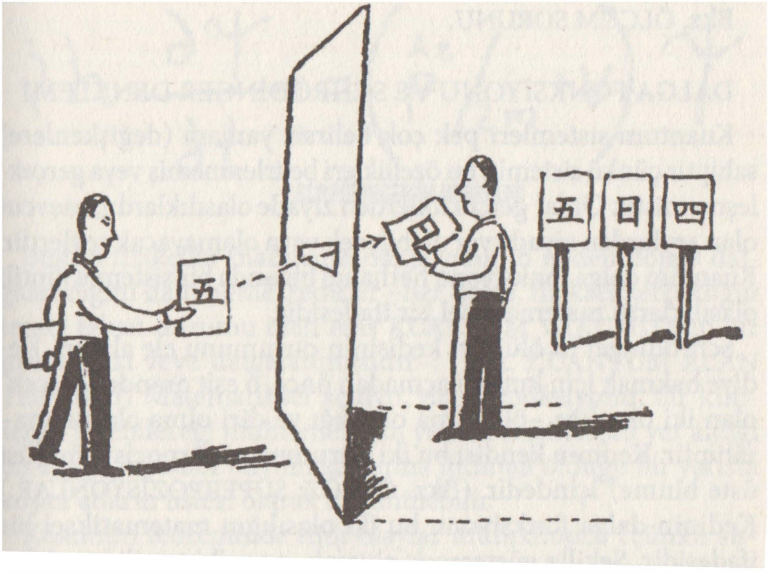
bir sinirsel etkinlikle "Ben kırmızıyı görüyorum" şeklindeki öznel bir deneyim ve onunla ilişkili tüm duyguları birbirine bağlayan şey nedir? Elektrokimyadan duygulanıma nasıl ulaşılmaktadır?

Crick'in hipotezi, zihin ile bedenin, Tanrı ya da gizli bir güç tarafından gevşek bir biçimde birbirine bağlanmış farklı varlıklar olduğunu savunan, temelde bilimsel olmayan düalist teoremlerden sonra büyük bir gelişmedir. (Bkz. ZİHİN-BEDEN SORUNU) Ancak Crick'in, sinirbiliminin kendi başına veya bugün anlaşıldığı haliyle zihni açıklayabileceğine yönelik emin savı, en nihayetinde yanıltıcıdır. Ona yöneltilen eleştirilerin çoğu, bilincin sinirsel etkinliğin "belirgin" bir özelliği olduğunu –sinirsel etkinliğin sonucunda veya onunla ya da onun karmaşıklığıyla birlikte ortaya çıktığını– ancak yalnızca ona indirgenemeyeceğini savunmaktadır. Bu BELİRİŞ kavramı içinde öznellikle ilgili henüz bilinmeyen pek çok husus bulunmaktadır.

ÇİN ODASI

1980'de, felsefeci John Searle tarafından kuramsallaştırılan Çin Odası savı, gündemdeki YAPAY Zekâ tartışması için klasik bir hikâye olmuştur. Makinelerin insanlar gibi düşünüp düşünemeyeceği veya düşünceyle kast ettiğimiz şeyin FORMEL HESAPLAMA' dan ibaret olup olmadığı yönündeki tartışmanın merkezinde de bu hikâye yatmaktadır. Searle, anlamanın (ve dolayısıyla düşünmenin) bir bilgisayar programındaki gibi bir dizi mantıksal prosedürü takip etmekten fazlasını içerdiğini açıklamak için bu savını geliştirdi. İnsanlar yaptıkları şeyi anladıkları veya en azından bunu yapma kapasitesine sahip oldukları için, Searle, onların beyinlerinin, yapay zekânın güçlü versiyonunun savunduğu gibi salt bilgisayar olmadığı sonucuna varmıştır.

Çin Odası hikâyesi, bir odada oturan ve Çince bilmeyen bir adamla ilgilidir. Çince yazılan mesajlar bir posta deliğiyle adama ulaştırılır. Gerçi adam mesajları anlamasa da odada bulunan, üzerinde Çince semboller bulunan çeşitli tahtadan fişleri dolaşır. Fişleri, elinde bulunan, İngilizce yazılmış kitapta yer alan bir kurala göre kullanır ve tüm kuralları adım adım takip ettikten sonra, çeşitli fişler bir araya getirip yeni bir mesaj üretir. Adam bu mesajı alıp posta deliğinden öteki tarafa geçirir.



Mesajları gönderip alan Çinlinin bulunduğu yerden bakılınca, oda bir programı takip eden ve ne yaptığını "bilen" bir bilgisayara benzemektedir. Ancak odadaki adam birbirine uydurmaya çalıştığı mesajların ne anlama geldiği konusunda hiçbir fikre sahip değildir. O kendisine anlamsız gelen, soyut sembolleri kullanmak için kuralları takip etmektedir sadece.

Searle'nin savına tepkiler yöneltilmiştir. Bazı insanlar, her ne kadar odadaki insan mesajları anlamasa da tüm sistemin –oda, fişler, kuralların bulunduğu kitap ve insan– mesajları "anladığını" ileri sürmüşlerdir. Başkaları, insanların şeyleri anlayabileceğini çünkü onların bilgisayarların ötesinde olduğunu –yani körce kuralları takip etmekten fazlasını yaptıklarını– ileri sürmüşlerdir. Bunun ötesi nedir? Bazı felsefeciler, biyolojik sistemimizin muhtevasının bir farklılık meydana getirdiğini –nöronların silikon çipler olmadığını– düşünmektedirler. Searle bu savı desteklemektedir. Diğerleri, insanın hiçbir bilgisayarın taklit edemeyeceği şekilde davrandığını, idrakımızın formel hesaplamadan fazlasını içerdiğini savunurlar. Roger Penrose da bu savı desteklemektedir. (Bkz. PENROSE VE HESAPLANAMAZLIK)

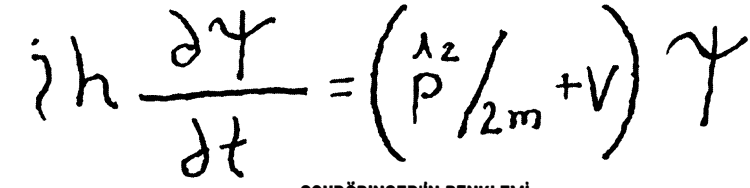
ÇOK-DÜNYALAR TEOREMİ
Bkz. ÖLÇÜM SORUNU.

DALGA FONKSİYONU VE SCHRÖDİNGER DENKLEMİ

Kuantum sistemleri pek çok belirsiz yanlara (değişkenlere) sahiptir çünkü sistemin bu özellikleri belirlenmemiş veya gerçekleşmemiştir. Onlar gerçekliklerden ziyade olasılıklardır, mevcut olan şeylerden ziyade var olabilecek veya olamayacak şeylerdir. Kuantum dalga fonksiyonu herhangi bir anda bir sistemle ilintili olasılıkların matematiksel bir ifadesidir.

Schrödinger'in ölü/diri kedisinin durumunu ele alalım. Kediye bakmak için kutuyu açmadan önce, o eşit oranda "gerçek" olan iki olasılığa –ölü olma olasılığı ve diri olma olasılığına– sahiptir. Kedinin kendisi bu iki durumun süperpozisyonu (üst üste binme) içindedir. (Bkz. ÖNSÖZ; SÜPERPOZİSYONLAR.) Kedinin dalga fonksiyonu bu iki olasılığın matematiksel bir ifadesidir. Şekille gösterecek olursak, onu, iki tepeli bir dalga olarak çizebiliriz, tepelerin her biri bir olasılığı gösterir. Başka bir örnek verecek olursak, gözlemlenmemiş (kuantum) kartları olarak karılmış bir iskambil destesinin en üstündeki kartın dalga fonksiyonunu çizebiliriz. Bu kart elli iki olasılığa sahip olacaktır, dolayısıyla dalga fonksiyonunda elli iki tepe bulunacaktır.

Dalga fonksiyonu iki nedenden ötürü böyle adlandırılmıştır. Bir kuantum sistemiyle ilintili olasılıkları matematiksel olarak tarif edeceksek, onlar bir dalgalar kümesinin matematiksel ifadesi gibi görünecektir. Ancak daha "gerçeği", bir dalga fonksiyonu aynı türde dalgaları içeren bir kauntum sisteminin anlık bir durumunu ifade eder. Bunlar ışık, ses veya su dalgaları olabilir. Kuantum dalga fonksiyonu maddenin dalga yanını –yani belirsiz yanını, tüm uzay ve zamana (dalgalar olarak) yayılmış yanını– ifade eder.



SCHRÖDINGER'İN DENKLEMİ

Bugün fizikçiler maddenin dalga yanının neden dolayı dalgalandığını dahi bilmektedirler –her dalga, fiziksel gerçekliğin temel taban durumu olan esas KUANTUM VAKUMU'nun bir uyarılması veya dalgalanmasıdır–. (Bkz. KUANTUM ALAN TEOREMİ) Matematiksel açıdan, dalga fonksiyonu, bir kimsenin yiyebileceği muhtemel tüm yemek çeşitlerinin yer aldığı bir menü veya her birinin kazanma ihtimali olduğu bir yarışta koşan atların listesi olarak düşünülebilir.

Kuantum teoreminde tüm olaylar mümkündür (çünkü sistemin başlangıç durumu belirsizdir) ancak bazılarının olma ihtimali diğerlerinkinden daha fazladır. Kuantum fizikçisi, tek bir kuantum olayının gerçekleşme ihtimali hakkında çok az şey söyleyebilirken, kuantum fiziği, çok sayıda olayda ortaya çıkan olasılık örneklerine dayanarak tahminlerde bulunabilen bir bilim gibi çalışır. Bazı olayların gerçekleşme ihtimali diğerlerinden muhtemelen daha çok olacaktır ve çok sayıda olayın ortalaması üzerinden, belli bir çıktı örneği hakkında tahmin yürütülebilir. Dolayısıyla, bilimlerinin işlerine yaraması için, kuantum fizikçileri, bir dalga fonksiyonuyla temsil edilen her bir imkâna bir olasılık atfederler. Mevcut elli iki imkân ile iyice karılmış bir iskambil destesinin en üstündeki kupa kızı gelme ihtimali nedir? Kutuyu açtığımızda, Schrödinger'in kedisini ölü veya diri olarak bulma ihtimalimiz nedir? Bu soruların cevabına olasılık fonksiyonu denir ve dalga fonksiyonu üzerindeki her bir olasılık tepesinin büyüklüğünün karesini almak suretiyle matematiksel olarak bulunur.

Hem dalga fonksiyonu (Schrödinger dalga fonksiyonu diye de bilinir) hem de olasılık fonksiyonu, herhangi bir anda bir kuantum sistemiyle ilintili imkânları ve olasılıkları söyler bize. Onlar bir eylem kısmını yakalayan durgun enstantane fotoğraf-

lara benzer. Ne var ki tüm fizik şeylerin zamanla nasıl değiştiği, onların nasıl evrim geçirdiğiyle ilgilenir. Dalga fonksiyonunun zamanla nasıl değiştiğini hesaplamak için, kuantum kuramcıları Schrödinger dalga denklemini kullanırlar. (Çok yüksek enerji durumlarında, ÖZEL İZAFİYET etkilerini hesaba katmak için küçük oranda farklı bir dalga denklemi kullanılmalıdır.)

Schrödinger denklemi zaman içinde bir dizi imkânların dinamik olarak ortaya çıkışını ifade eder ve verili bir deneysel durumda herhangi bir imkânın gerçekleşme olasılığını söyler bize. Bu denklem sayesinde fizikçiler, çok sayıda kuantum olayından oluşan bir zincirin son halkasını doğru tahmin edebilirler. Tek bir olayın gelişimi hep belirsiz olsa da Schrödinger denklemi tamamen belirli bir durumu izah eder –herhangi bir anda, dalga fonksiyonu yavaş yavaş gelişirken, herhangi bir imkânla ilgili olasılıklar belirlenir–. Çok sayıda olay için, bu bize tam olarak beklenen şeyi söyleyebilir.

Schrödinger denklemi bir ganyan bayiinin ihtimaller dizisine benzer ve biz onu iki önemli koşulla bu şekilde kullanabiliriz. Birincisi; denklem, bir dizi imkân olarak var olan, ölçülmemiş veya bozulmamış kuantum sistemine dayanmalıdır. Bu imkânlardan herhangi birinin –gözlem veya ölçümle– gerçekleştiği anda tüm denklem yeni ihtimaller dizisini vermesi için yeniden hesaplanmalıdır. İyice karılmış bir destenin içinden kupa kızının gelme şansı elli ikide bir ise, desteden kupa kızı olmayan bir kartın her çekilişinde bu şans değişir. Bu kart çekildiğinde onun çekilme imkânı artık sıfır olur. Kutu açılmadan önce Schrödinger'in kedisinin ölü veya diri olma ihtimali %50 ise, kutu açılıp o ölü bulunduğunda bu ihtimal sıfıra iner. (Bkz. DALGA FONKSİYONUNUN ÇÖKÜŞÜ)

Schrödinger denklemini bir ganyan bayiinin ihtimaller dizisi olarak düşünmenin ikinci koşulu, ontolojiktir; onun kuantum gerçekliği içinde yer alan bir çeşidiyle ilişkisi olması gerekir. Schrödinger denkleminin tanımladığı olaylar salt olasılıklardan fazlasıdır. Dalga fonksiyonu gerçekten bir şeyin içinde dalgalanır. Gözlem veya ölçüm olmadığında, onun imkânları gelişir ve birbirleriyle girişim yapar (etkileşir). Onların gerçek dünya üzerinde sahici bir etkisi vardır. Imkânlar henüz gerçek değildirler ancak onlar salt matematiksel varlıklardan ötedir. Onlar,

modern bilimde kuantum fiziğiyle ilk kez tanımlanan farklı bir varlık türüdür –potansiyeller–. (Bkz. KUANTUM MEKANİĞİNDE GERÇEKLİK VE POTANSİYEL)

DALGA/PARÇACIK İKİLİĞİ

Kuantum teoreminin en devrimci fikirlerinden biri, madde ve ışığın tüm bileşenlerinin aynı anda hem dalga hem de parçacık özelliğine sahip olmasıdır. Bu dalga/parçacık ikiliği olarak bilinir. Bu özelliklerin –dalga ve parçacık özelliklerinin– hiçbiri daha gerçek veya daha esaslı değildir. İkisi birbirini tamamlar ve maddeyle ışığın gerçekte ne olduğunun tam bir tarifi için her ikisi de gereklidir. (Bkz. TAMAMLAYICILIK)

En eski madde kavramı onun parçacıklardan, konum, hareket, kütle ve yük gibi birkaç özelliğe sahip tekil noktasal varlıklardan oluştuğudur. Eski Yunanlılar renk gibi başka özelikler de atfetmişlerdi ona ama bunlar klasik fizikte temel özellikler sayılmıyordu. Hesaplamanın amaçlarına göre parçacıklar elma veya gezegen misali çok büyük olabildiği gibi atom veya elektron gibi çok küçük de olabilmektedir. Bir kum yığını veya bir testi su gibi herhangi hacimdeki bir madde çok sayıda minik parçacıklardan oluşmuş olarak görülebilir. (Bkz. ATOMCULUK) Ağırlık, basınç ve hacim gibi maddi özellikler parçaların özelliklerinin toplamı olarak düşünülür.

Dalgalar çok farklı olsa da parçacıklar kadar bilindiktir. Ses dalgaları, suyun yüzeyindeki dalgalar, elektromanyetik dalgalar (ışık, radyo, X-ışınları ve benzeri dalgalar) ve bir gitar telinin titreşimleri gibi birçok çeşidi vardır. Klasik fizikte dalgalar, parçacıklardan oluşan hava, su veya klasik fizikçilerin evreni doldurduğuna inandıkları evrensel ortam olan "esir" gibi maddi bir ortamın uyarılması veya dalgalanması olarak değerlendirilir. Ancak Einstein ÖZEL İZAFİYET teoremini ileri sürünce elektromanyetik dalgaların böyle olmadığı anlaşıldı çünkü o kendi başına bir gerçekliğe sahiptir (esir yoktu) ve bu gerçeklik parçacıkların gerçekliği kadar temeldir.

Bir dalga, bir dizi tepe ve çukur, dalgaboyu (ardışık tepeler arasındaki mesafe), frekans (saniyedeki tepe sayısı) ve hıza sahiptir. Dalgalar genliklerine (bir bölgedeki tepelerin ortalama yüksekliği) bağlı olarak enerji taşıyabilirler. Dalga, geçtiği

herhangi bir noktada, bir faza veya evreye, yani o anda tepe ve çukur devrinin bulunduğu konuma sahiptir.

Parçacıklar dalgalardan çok farklı davranır. Onlar uzay ve zamanın bir noktasında yerleşiktirler ve iki parçacık karşılaştığında birbirine çarpıp kendi yollarına giderler. Dalgalar yerleşik değildir; uzay ve zamanın geniş bölgelerine yayılabilirler. İki dalga karşılaştığında örtüşür ve birbirleri içinden geçebilirler. Karşılaşma noktasında ortaya çıkan dalgalanma, fazlarına bağlı olarak iki dalganın eklenmesi veya çıkarılmasıyla orantılı paralel bir şekilde artabilir veya azalabilir. Buluşan iki dalga girişim modelleri, birbirini kesen tepe ve çukurlardan oluşan bir yama üretir. Tepe ve çukurlarda dalgalar ya birbirini güçlendirir veya sönümlendirir. Parçacıklar her zaman tekil varlıklardır, iki dalga örneği birbirine eklenip üçüncü bir dalga elde edilebildiği için dalgalar tekil değildir. Parçacıklar nihayetinde ayrık ve indirgenemezdir ama bir dalga "bileşenlerinin" sonsuz yolla toplamı olarak düşünülebilir.

Hem dalgalar hem de parçacıklar klasik fizikte oturmuş, oldukça kendine özgü matematiksel ifadelere sahiptir. Matematiksel açıdan tutarlı bir yolla onları birleştirmeye çalışmak su ile ateşi yan yana getirmeye benzer, yine de bunu yapmak kuantum fiziğinin dehası ihtiyacı idi. En büyük itki, ışığın doğasını bazı deneysel anormallikler göz önüne alınarak anlamaya çalışma girişiminden kaynaklandı.

Newton ışığın parçacıklar demeti olduğuna emin bir biçimde inanmıştı ancak onun bu inancı, köşelerde bükülüp (kırınım) girişim modelleri meydana çıkarabilen ışığı anlamaya çalışan 19. yüzyıl fizikçileri tarafından önemsenmedi. Onlar ışığın, yeni öne sürülmüş temel unsur olan esirin içinde dalgalanan bir dalga olduğuna karar vermişlerdi. Öte yandan ışığın varsayılan dalgamsı doğası siyah-cisim ışımasıyla ilintili yeni deneysel sonuçları açıklayamadı zira ayrım yapmadan tüm spektrum renklerini yayması beklenen bir cisim, bunu, klasik teoremin dalga denklemlerinin öngördüğü şekilde sonsuza kadar uzayacak şekilde değil de çan eğrisi şeklinde gözlemlenen şiddetlerle yapar. Işık sürgit bir biçimde değil de her birinin bir eylem kuantumuyla ilişkili olduğu fotonlar diye adlandırılan küçük paketçikler şeklinde soğurulduğu veya yayıldığı yönündeki Planck teoremi

gözlemleri doğru biçimde açıklıyordu (Bkz. KUANTUM) ancak fizikçileri, ışığın "kümeler" yani parçacıklardan oluşan bir demet gibi davrandığı çıkarımıyla baş başa bırakıyordu.

Planck teoremine dayanan Einstein, 1905'de başka bir deneysel bilmeceyi, fotoelektrik etkiyi, ışığın her birinin bir eylem kuantumu taşıdığı foton parçacıklarından oluşan bir demet olduğunu ileri sürerek açıklayabildi. Fuar meydanındaki rafta hindistan cevizlerinin toplarla soyulmasına benzer şekilde elektronların fotonlarla metal yüzeyden soyulduğunu savunan teorem, çok zayıf bir ışık demetine tutulan bir fotoğraf levhasının görüntüsü ile kanıtlandı. Levha, şayet ışık bir dizi sürekli dalgalardan oluşmuş olsaydı, beklenmesi gerekecek özdeş gri bir görüntü değil de her bir fotonun bir elektronu söktüğü siyah noktalardan oluşan bir yama görüntüsü sergilemiş olurdu.

Işığın davranışının bu parçacıksal yorumu bir paradoksa yol açtı. Tartışmasız bir ışık bir parçacık demeti gibi hareket edebilir. Lâkin onun bir dalga demeti gibi hareket ettiği durumlar (örneğin, girişim ve kırınım gibi) da vardır. Bu paradoks 1920'lere kadar bir karışıklığa neden olmuştu. Ancak o zamanlarda ışığın bazen dalga bazen parçacık gibi hareket ettiği her açıdan olmasa dahi matematiksel açıdan kanıtlandı. Işık sadece parçacıktır veya sadece dalgadır denemez; bunun yerine herhangi bir anda içinde bulunduğu koşullara ve deneysel ortama bağlı olarak ikisinden biri olma potansiyeline sahip olduğunu söylemek doğru olur. (Bkz. KUANTUM MEKANİĞİNDE GERÇEKLİK VE POTANSİYEL; BAĞLAMSALCILIK)

> *Görünüşe bakılırsa ışık, pazartesi, çarşamba ve cuma günleri dalga gibi, salı, perşembe ve cumartesi günleri de parçacık gibi hareket etmektedir.*
>
> William BRAGG

Karşıt paradoks da genelde parçacıklardan oluştuğu düşünülen katı maddenin bazen bir dalga boyuna sahipmiş gibi hareket etmesinden doğmaktadır. Bazı deneylerde, foton ve elektron demetleri girişim modelleri oluşturabilir. Elmalar ve bizler gibi büyük nesneler bile bir dalga boyuna sahiptir, gerçi bu, pratikte bir etkisinin görülmeyecek kadar sonsuz küçüklükte olsa da. Elektronların dalgamsı doğası, ışık mikroskobuyla inceleneme-

yecek kadar minik nesneleri görmek için, dalga boyları fotonlarınkinden milyonlarca kat küçük olan elektron demetlerini kullanan elektron mikroskobunun fiziksel temelidir.

Hem madde hem de ışık dalga ve parçacık özelliklerine sahip bulunsa da bu ikisi özdeş değildir. Madde ışıktan daha "katı"dır. (Bkz. BOZONLAR; FERMİYONLAR) Matematiksel açıdan, ışık Maxwell denklemiyle tanımlanır, katı madde ise Schrödinger denklemiyle (Bkz. DALGA FONKSİYONU VE SCHRÖDİNGER DENKLEMİ) veya onun KUANTUM ALAN TEOREMİ'ndeki göreceli yorumlarıyla. Bu analojiler birbirine çok yakındır.

Işık ve maddenin ve/ve de doğası, kuantum fiziğinin en esaslı felsefi anlamlar barındıran çıkarımlarından biridir. Eski paradigmayla bakılınca son derece paradoksal görünen bu durum, bizim düşünce biçimimiz ve bunun, benliğin veya toplumun bireysel ve ilişkisel yanları gibi metaforlarla açımlanmış haliyle bakıldığında, deneyimlerimize yeni bir görüş açısı sunmaktadır.

Paradoks gerçeklik içindeki bir çatışma değildir. O; gerçeklikle sizin gerçekliğin nasıl olması gerektiği yönündeki düşünceniz arasında oluşan bir çatışmadır.
Richard FEYNMAN

DALGA FONKSİYONUNUN ÇÖKÜŞÜ

Kuantum gerçekliği, üst üste gelmiş, bazen çelişen olasılıkların bir dağılımı olarak Schrödinger'in dalga fonksiyonuyla ifade edilir. Kuantum dünyası gözlemlendiğinde veya ölçüldüğünde, bu çok sayıdaki olasılık tek bir gerçekliğe dönüşür: "Kuantum aşüftesi" evlenir ve yerleşir. Schrödinger'in kedisi ya ölü bulunur veya canlı. Çoktan teke, olasılıktan gerçekliğe bu geçiş, dalga fonksiyonunun çöküşü olarak bilinir. Çöküş anında ne olduğu veya buna neyin yol açtığı hâlâ bir sırdır. (Bkz. ÖLÇÜM SORUNU; BİR KUANTUM AŞÜFTESİ)

DARWİNCİ EVRİM

Charles Darwin evrimin bir şans işi olduğunu savunuyordu. Yeni bitkilerin ve hayvanların ortaya çıkması ereksel (hedef yönelimli) amaçlarla değil, yiyecek ve yerleşim alanı için yapılan mücadele sayesinde gerçekleşir. (Bkz. TELEOLOJİ) Çatallanma

noktaları, öz-organizasyon ve negatif ve pozitif GERİBİLDİRİM kavramları ile birlikte, LİNEER OLMAYAN sistemleri modern kavrayışımız, Darwinizmi daha bilimsel bir konuma yerleştirmektedir.

Eskiden doğanın zenginliğinin Tanrı'nın planının sonucu olduğuna ve yeryüzünün M.Ö. 4004 yılında meydana geldiğine inanılırdı. 6000 yıl yeni yapıların ortaya çıkması için yeterli bir süre olmadığından, denizler nehirler ve dağlar –bitkiler, böcekler, kuşlar ve hayvanlar– hepsi aynı zamanda yaratılmış olmalıydılar. Öte yandan, 19. yy. da jeolojik çalışmalar, yeryüzünün çok daha yaşlı olduğunu ve dağların oluşmasını ve aşınmasını ve jeolojik katmanların kaymasını içeren çeşitli evrelerden geçtiğini kanıtlamıştı. Bitki ve hayvan fosillerinin keşfi, hayatın durağan olmadığını ve son derece farklı bitki ve hayvanların yaşadığı dönemlerin eskiden var olduğunu gösteriyordu.

Bu yeni jeolojik keşiflerin devrimci atmosferi içinde genç Charles Darwin, HMS Beagle'a o meşhur seyahatini yaptı ve dünyanın çeşitli yerlerindeki bitki ve hayvan örneklerini gözlemledi. Örneğin; her biri kendine özgü ekolojiye sahip komşu adalarda yaşayan ispinozların gagalarının aldığı farklı şekilleri inceledi. Bitkilerin ve hayvanların sınırlı bir yerleşim alanı ve yiyecek kaynağı için sürekli rekabet içinde olduklarını düşündü. Bu koşullar altında, sadece belli bir çevreye en iyi uyum gösterenler hayatta kalacaktı. Uzak bir adada bitki ve hayvan nüfusu tuhaf biçimde sabit kalacak yüz binlerce yıl değişmeyecekti. Fakat tüm ekosistem etkilenecekti. Bu koşullar altında, yeni bir tür bitki ya da hayvan, rakipleri karşısında üstünlük kazanacak ve çok geçmeden baskın bir yapı olacaktı.

Bu şekilde geniş çeşitliliğe sahip doğal yapılar meydana çıkmakta, her biri belli bir ekolojik alana uyum sağlayarak hayatını sürdürmektedir. Davranış bile evrimsel bir yolla meydana çıkmaktadır. Otlayan hayvanlar karşılıklı korunmak için sürü halinde dolaşırlar ve saldırıya uğradıkları zaman yavrularını korumak için çember bir siper oluştururlar. Evrimsel hedef, bireyin değil grup ya da türün hayatta kalmasıdır. Bu şekilde ilk bakışta fedakârca görünen davranış, "kırmızı dişli ve kırmızı pençeli" bir dünyada avantaj sağladığı için evrimsel olarak tercih edilir.

Darwinci evrim, şimdi modern genetik açısından açıklanabilmektedir. Yeni türler planlı olarak değil genetik materyallerin rasgele mutasyonları sayesinde ortaya çıkmaktadır. Çoğu mutasyonlar zararlıdır ya da hayatta kalmak için önemli bir avantaj sunmaz. Yine de melezlik yoluyla bazı mutasyonlar o belirli türün "gen havuzu"na girer. Bu havuzun, belirli bir cins ya da tür içerisindeki bireysel değişiklikler hakkındaki bilgi birikimini içerdiği düşünülebilir. Çevre değiştiğinde, hâlihazırdaki baskın form üstünlüğünü kaybedebilir. Ancak yeni türler için potansiyel, zaten gen havuzunun içinde vardır ve bu yolla bir bitki ya da hayvanın hayatta kalma yeteneklerindeki bir değişim yüzeye çıkar ve o belirli bir evrimsel alanda baskın olur. Bu anlamda Darwinci evrim, bireyin ve hatta belirli bir cinsin değil, gen havuzunun hayatta kalmasından güç alır.

Evrim yavaş bir süreç olduğundan, örnekleri fiilen gözlemlemek zordur. Çok meşhur bir örnek kırmızıbiber güvesidir;bunun açık renk ve koyu renk olmak üzere iki çeşidi vardır. Eski asırlarda, doğa bilimcileri, ağaç kabukları üzerinde kendilerini kamufle eden açık renk güvelerin baskınlığını fark etmişlerdi. Endüstri devrimiyle birlikte, İngiltere'nin kuzeyindeki ağaçlar, is ve diğer kirletici maddelerle kaplandı. Sonuçta koyu renk güve cinsi saldırganlardan korunmak için saklanmakta avantaj elde ettiler ve o belli alanda baskın çıktılar.

Darwin'e yönelik eleştirilerin savına göre, göz gibi son derece özelleşmiş bir şeyi veya yeryüzündeki böylesine çeşitli hayvan ve bitki türlerini üretmek üzere değişim mutasyonlarının geçireceği süreç için yeterli zaman yoktu. Ayrıca, şayet insanlar ve maymunlar ortak bir atadan gelmişlerse, niçin değişmeye devam etmiyorlar şeklinde bir soru da vardır. İnsanın beyni neden büyümüyor; niçin yeni yetenekler kazanıp diğerlerini yitirmiyoruz?

Lineer olmayan sistemleri kavrama biçimlerinden biri Darwinci önermeyi desteklemektedir. (LİNEER OLMAMA) Kararlı bir pazarda negatif geribildirim, şirketlerin uzun vadede nispeten kararlı olması anlamına geldiği gibi, bitkiler ve hayvanlar da kararlı bir ekolojide değişimlerini durdururlar. Bir kez çevre değişirse, lineer olmayan etkiler öz-organizasyonun gündeme gelmesine imkân tanır; böylece üretilen kaostan yeni düzenler

ortaya çıkar. (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON) Örneğin rekabetçi bir pazarda, pozitif geribildirim yoluyla küçücük bir avantaj hızla büyür, ta ki rakiplerini yenene kadar. Aynı şekilde, çevre değiştiğinde, kısa bir zaman dilimi içinde yeni bir tür veya hibritin üretilmesi için gen havuzundaki küçük dalgalanmalar hemen ayıklanacaktır. Yeni-Darwinciler, evrimi, hızlı değişim aralıklarının bulunduğu göreceli kararlılık periyotları olarak tasvir etmektedirler. (Bkz. KESİNTİLİ DENGE)

Darwinci evrim, rekabete dayanır ve bu anlamda o, herhangi bir evrimsel avantajın her zaman diğer bazı türlerin üzerine basarak kazanıldığı bir sıfır-toplam oyundur. (Bkz. OYUNLAR TEOREMİ) Oysa ORTAK EVRİM, işbirliği yoluyla karşılıklı avantajların elde edilebileceğini öne sürmektedir. Doğayı bir sıfır olmayan-toplam oyun olarak görmek, çıplak rekabetin uzun vadede en iyi strateji olmayabileceği fikrini vermektedir.

DAVRANIŞÇILIK

J. B. Watson tarafından 1913'de başlatılan davranışçı hareket, kasıtlı olarak fen bilimleri üzerinde modellendirilmiştir. Öznel deneyimin yorumu ve içe bakışın sonuçları muğlâk ve tekrarlanamaz olduğu için, Watson, psikolojiyi "içsel hayat" bilimi olmaktan uzaklaştırmıştı. O, yalnızca, sıkı bir bilim adamının görüp ölçebileceği –uyarım ve organizmanın ona verdiği tepki arasındaki ilişkiye– şeye odaklanmak istiyordu. Bu nedenle, psikolojinin hakiki ilgi alanı diye gözlemlenebilir davranış, etkiyi tepkiyle ve şartlı reflekslerle ilişkilendiren yasalar kabul edildi. Ancak akıl ve beyin göz ardı edildi. (Bkz. KARA KUTU) Darwin'den sonra, Watson, insanlarla daha aşağı hayvanlar arasındaki farkların sadece derece farklılıkları olduğunu kabul ediyordu. Labirentte dolaşan farenin davranışını incelemek daha kolay ve ucuz olduğu için, bu küçük hayvanlar üzerinde deneyler yapmaya ve onların sonuçlarını insani öğrenme teoremine uyarlamaya karar verdi.

Bir zamanlar çok popüler olan davranışçı yaklaşım, basit öğrenme işlemlerinin eskisine oranla çok daha iyi bir açıklamasını sunmuştur. Pavlov, önce, birbirine bağlı uyarımın basit tekrarının bir çağrışım kurduğu, köpeklerdeki şartlı refleksler üzerinde çalıştı. (Bir zil, yiyeceğin verilmesinden yeterince önce

çalarsa, köpek zilin sesi üzerine salya salgılamayı öğrenir, zilin çalınmasına yiyeceğin verilmesi eşlik etmese bile.) İkinci olarak bir şekilde benzer bir işlem, edimsel koşullama ya da deneme yanılma yoluyla öğrenme de incelenmişti. Kutulara kapatılan kediler düzensiz çabalardan sonra kutuyu açan mekanizmayı keşfettiler. Sonra yavaş yavaş ödüllü eylemi öğrenip her seferinde daha çabuk kutulardan kaçtılar.



Bu çeşit basit öğrenmenin pek çok insani alışkanlığın temelini oluşturduğuna şüphe yok ancak Watson daha ilerisine gitmek istiyordu. Bebeklerin ve çocukların basit koşullanma yoluyla eğitiminin büyük önem arz ettiğini düşünüyordu. Doğru uyarım ve tepki ilişkisi sayesinde herkes herhangi bir şeyi yapmak için eğitilebilirdi. Fakat bu ilginç rüya (yoksa kâbus mu?) uygulamaya şimdiye dek geçirilemedi. Pek çok diktatörün en iyi beyin yıkama çabaları muhalefeti ortadan kaldırmakta başarılı olamadı ve bu türden öğrenmeye dayalı davranış terapisi bütünüyle başarılı olamadı. Şimdi çoğu psikolog daha yüksek, daha karmaşık zihinsel işlemlerin mevcut olduğunun ve onların davranışı etkilediğinin farkına varmıştır. (Bkz. GESTALT VE BİLİŞSEL PSİKOLOJİ)

Davranış terapisi, korku, fobiler ve bağımlılıklar gibi psikolojik belirtilerin şartlı tepkiler olarak düşünülebileceğini varsaymaktadır. Tedavi yeniden şartlandırmayı veya şartlanmayı ortadan

kaldırmayı gerektirir. Nefret ettirme terapisi alkolikliğin ve cinsel sapkınlığın tedavisinde kullanılmaktadır. Alkoliklere bir içkiyle birlikte kendilerini hasta eden bir kimyasal madde verilir. Birkaç saat veya günden sonra içmeyle tiksinti arasında bir ilişki kurup alkolden nefret etmeye başlarlar. Maalesef bu etki birkaç ay sonra yok olur ve bu metot sübyancılık gibi bir sapkınlığın tedavisinde doğrudan kullanılamamaktadır. Zira bu tedavinin, davranışçı terapistin kaçınmaya çalıştığı zihinsel kavramları öne süren fotoğrafların kullanımı ile birleştirilmesi kaçınılmazdır.

Duyarsızlaştırma terapisi bir hayvan fobisi gibi durumlarda çok iyi işler. Bazı hastalar eşiğe gitmekten korkacak kadar kuşlardan dehşete kapılmaktadır. Rahatlama alıştırmalarından sonra, odanın hayli uzak ucundaki bir tüy onlara gösterilebilir. Buna bir ya da iki seans tahammül etmeyi öğrendikten sonra, önce oyuncak kuşlara alışırlar, ardından kafes kuşlarına ve sonunda da parklardaki serbest kuşlara alışırlar. Bu terapinin ardındaki mantık, içsel korkunun, muhtemelen unutulmuş, kuşlarla ilgili hoş olmayan bir olaya verilen şartlı bir tepki olduğu savıdır. Her ne kadar bu bazı fobilerin yeterli açıklaması gibi görünse de Freud, diğer sinirsel belirtilerin daha derin kaynaklı, sembolik sebepler taşıyabileceğini iddia etmiştir. Basit davranışsal terapi, örneğin, agorafobiyi (açık alan korkusunu) yeterli oranda iyileştirememektedir.

Davranışçı psikologlar, bir uyarım-tepki mekanizması olarak davranışa odaklandıkları için, bilinci göz ardı etmişlerdir. Radikalleri onun varlığını inkâr ederken, ılımlıları sadece onun psikolojideki önemini inkâr etmektedirler. Bilinci ikincil bir olgu, nedensel olaylar zincirinin bir parçası değil de alakasız bir "fazlalık" olarak değerlendirmektedirler. Teorik bir bakış açısından bakıldığında, bu reddediş sorunlar doğurmaktadır. Eğer tüm görüşler salt şartlı tepkiyse, o zaman niçin davranışçı psikologlar da dahil olmak üzere herhangi birinin söylediği bir şeye inanıyoruz? Gestalt psikologları, bilişsel psikologlar, dilbilimci Noam Chomsky ve diğerleri, düşünme ve öğrenmenin daha üst biçimlerinin olduğunu göstermişlerdir. Davranışçı teorem ve metot, insanlar olarak bunun bizler için önem taşıdığını pek hesaba katmamışlardır; her ne kadar basit zihinsel işlemler üzerine büyük bir bilimsel hassasiyetle başarılı bir şekilde eğilmiş

olsalar dahi. Psikolojide kullanılan diğer daha "insancıl" çalışma metotlarının ne ölçüde bilimsel olarak sınıflandırılabileceği ise başka bir tartışma konusudur.

DENGE

Denge kavramı iki yüzyıldan fazla bir zamandır fizikte hâkim olagelmiştir. Ancak son zamanlarda fizikçiler, bir sistem dengeden uzaklaştırıldığında gerçekleşebilen ilginç şeyleri keşfetmişlerdir.

Denge statik veya dinamik olabilir. Eskiden eczacılıkta kullanılan ölçümler statik dengenin örnekleridir. Onlar tamamen kararlıdır; örneğin bir bardağın dibinde duran bir zeytin gibi. Zeytin bir fiskeyle itildiğinde bardağın dibine doğru geri yuvarlanır. Statik denge kararsız da olabilir. Bardağın kenarına yerleştirilen bir zeytin mükemmel bir denge konumundadır ve küçük bir itim uygulanmadan hareket etmez; öte yandan itildiğinde kenardan düşer.

Fiziksel açıdan daha ilginç olan bir denge türü daha vardır: Dinamik denge. Bu, rekabet eden işlemler tam olarak denkleştiği zaman gerçekleşir. Küvetin musluğunu açarsanız su seviyesi yükselir. Küvetin tıpasını çıkarırsanız su seviyesi düşer. Küvete giren suyun oranı küvetin deliğinden çıkan suyun oranına tam olarak eşit olduğu zaman dinamik denge kurulur. Küvetteki su seviyesi statiktir ama işlem bir bütün olarak dinamiktir; su sürekli içeri girmekte ve dışarı çıkmaktadır.

Dünyanın en üst atmosferindeki ozon, güneş ışığının oksijen üzerindeki faaliyetiyle oluşur. O doğal işlemlerle yok edilir. Ozonun yok edilmesi onun oluşmasıyla tam olarak dengelenince dinamik denge kurulur ve üst atmosferdeki ozon konsantrasyonu sabit kalır. "Ozon deliği", bu dinamik dengenin bozulmasının bir sonucudur ve ozon moleküllerini oluşma hızlarından daha büyük bir hızla parçalayan üst atmosferdeki kirletici maddeler tarafından meydana getirilmektedir.

İnsan vücudunun ısısı başka bir dinamik denge örneğidir. Üşüme dolayısıyla kaybedilen ısı şekerlerin yakılmasıyla dengelenir. Homeostasis –iç dengenin korunması–, vücut çok ısındığında terlemek, çok üşüdüğünde de titremek suretiyle sağlanır.

Bu yüzyıla kadar fizikçiler genelde dinamik dengede bulunan sistemler üzerinde çalışmışlardır. Sapmaların hesaba katılması gerektiği yerlerde, her zaman onların küçük olduğu kabul edilmiş, böylece sistem kendini ayarlayıp tekrar dinamik dengeyi yakalayabilmiştir. Ancak nispeten son zamanlarda Ilya Prigogine gibi bilim adamları dengeden uzak sistemleri incelemeye başlamışlardır. Dengeye yakın sistemler de lineer bir davranış sergiler. Prigogine, lineer olmayan sistemlerin (Bkz. LİNEER OLMAMA), AÇIK SİSTEMLER'in ve dengeden uzak sistemlerin çok daha zengin bir davranış sergilediğini göstermiştir. Onlar kendiliğinden yapılar oluşturabilmekte ve yeni davranış biçimleri geliştirebilmektedirler.

DETERMİNİZM

Şeyler her zaman oldukları yolla mı olmak zorundalar? Her bir olayın sonucunu belirleyen bir dizi yasa veya bir model var mıdır? Yoksa hayatta ve doğada "kaçış şartları" var mıdır? Determinizm onların olmadığını savunan felsefedir. Ona göre, ne oluyorsa olsun, şeylerin başka bir yolla asla olamayacağını gösteren şartlar vardır.

Determinizm değişik biçimlere bürünmüştür. İnsanlar bir olguyu başarılı bir şekilde tahmin ettiklerinde, genelde her şeyin tahmin edilebilir olup olmadığı merakına kapılmışlardır. Kadim Babilliler, Ay'ın yörüngelerini ve evrelerini tahmin etmede ustaydılar; ama hava tahmininde ve hastalık salgınlarını önceden görmede başarılı olamadılar. Cennetler ve onların aşikâr düzeninden esinlenerek, bir kutsal tanrılar sistemi icat ettiler ve dünyevi hadiseleri, Güneş, Ay ve beş görünür gezegenin hareketlerinden yola çıkarak tahmin etmeye çalıştılar. Bizim yedi günlük haftamız oradan gelmektedir.

Eskiden Yunanlılar, KADER'in, madde, insanlar ve hatta tanrıların hareketlerindeki dengesizlikleri düzelten gayri şahsi bir güç olduğuna inanıyorlardı. Her şey kendisine tahsis edilen role sahipti; her duygu veya eylemin kendine göre bir ifadesi vardı. Eğer bu sınırlar kibir ve gururla çiğnenirse, Kader dengeyi tekrar kuruyordu. Ateş sonunda kendini tüketip duman ve küle dönüyordu. Bir insan hatası veya aşırılığı, en sonunda cezalandırılıyordu. Ancak doğunun karma doktrinine benzer şekilde,

Yunanlıların adalet anlayışı, şans ve insani özgürlükle birlikte var olabiliyordu. Yunanlı düşünürlerin bazısı determinist olsa da çoğu değildi. Aynı şekilde orijinal günah takdiri ilahi doktrinleri deterministtir; her ne kadar pek çok Hıristiyan düşünür en azından bir çeşit özgür iradeye inansa da.

Klasik fizik, hem denklemlerinin tahminleri hem de daha geniş felsefi temelleri açısından katı şekilde deterministtir. Şans, sürpriz ve hatta hiçbir anlamda yaratıcılığa yer yoktur. Her şey olması gerektiği gibidir. Newtoncu mekanik olabildiğince deterministtir: Newton'un üç hareket yasası, bir kuvvetin etkisi altındaki herhangi bir parçacığın kaçınılmaz hareketini tam olarak anlatır. Fakat Newton'un kendisi Hıristiyan bir simyacıydı ve hiçbir zaman çalışmasının daha büyük deterministanlamlarını açıkça belirtmemiş, belki de onları hiçbir zaman bütünüyle beğenmemişti. Bir yüzyıl sonra, büyük matematikçi Pierre-Simon Laplace, klasik fiziğin evren şemasının temelini oluşturan determinist felsefeyi ortaya çıkardı. Fiziğin demir gibi sert yasalarının gelecek her olayı tam olarak belirlediğini gördü. Bir sistemin ve onun üzerinde etkili olan kuvvetlerin başlangıç durumunu bilirsek, B'nin A'yı nasıl takip ettiğini her zaman (prensipte) tam olarak tahmin edebiliriz.

Her ne kadar insanın bilinci, amaçları ve hedefleri klasik fizikte hiçbir rol oynamasa da bilimsel felsefe, 19. ve 20. yüzyıl psikolojisi ve sosyolojisi üzerinde büyük bir etki yapmıştır. Freud, idin (ego?) fırtınalı kuvvetlerinin etkisiyle hareket eden psişe ve erken çocukluk deneyimlerinin belirlediği yetişkin davranışlarıyla determinist bir benlik görüşünü ileri sürmüştü. Sosyologlar, çevre ve sosyal koşulların toplumsal davranışı belirlediğini savunmuşlardı ve bu görüş, çevresinin koşulları veya ilk çocukluk deneyimleri onu cinayet işlemeye "ittiği" için, bir caninin cinayet işlemesine engel olunamaz şeklindeki bildik savunma taktiği ile hukuki prosedüre sızmıştır. Deneysel psikoloji, Pavlov'un köpeği modelini genişleterek insan davranışına uyarlamış ve insanın, belirli bir uyarıma karşı belirli bir tepki geliştirmeye şartlandırılmış olduğunu kabul etmişti. Bu görüşler insanın eylemlerinden ne kadar sorumlu olduğu şeklinde bir soruyu gündeme getirmektedir.

20. yüzyıl fiziği eski fiziğin determinizmine meydan okumaktadır ama insanlar hâlâ eski paradigmaya bağlıdırlar. (Bkz. BELİRSİZLİK) "Tanrı evrenle zar atmaz" savını sadakatle savunan ve kuantum fiziğinin kurucularından biri olan Einstein, onun determinizmden yoksunluğunu veya fiziksel gerçekliğe uygulanan "oyun evi kuralları"nı asla kabul edemezdi. Bazı fizikçiler, David Bohm'un kuantum sistemlerinin evrimini açıklamak için geliştirmeye çalıştığı nedensel bir teoremi desteklediler (Bkz. DALGA FONKSİYONUN ÇÖKÜŞÜ) ve kaos teoreminin bazı yorumcuları, tahmin yürütmek için çok karmaşık olsalar da temelde kaotik sistemlerin bütünüyle determinist olduğunu vurgulamaktadırlar. (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON) Ne var ki bu düşünceler bilimsel kanıtla desteklenmiş değildir.

DNA

DNA (Deoksiribonükleik asit), bu gezegende hayatın direktiflerini taşıyan "mucizevi" bir makromoleküldür. O, uygun bir hücre makinesinde "çalındığında", parçaları organik hücrelerin çeşitli protein yapıtaşlarına çevrildiği bir banda benzer. (DNA, her biri, hücresel "çorba"nın içinde yüzen yirmi bir tane protein yapıtaşlarından (amino asitlerden) belirli türde bir proteinin yapımı için bir direktif olan genler –uzun molekül dizilimleri– den oluşmaktadır.) (Bkz. İNSAN GENOMU PROJESİ)

DNA, mesajın yanında okuma direktifleri ve mesajın nerede başlayıp nerede bittiğini gösteren aktif noktalama işaretleri de içerir. Söz konusu molekül, ayrıca, hücrenin DNA'yı bir cümlenin ortasında okumaya başlamamasını veya bir direktifin bir kısmını atlamamasını garanti altına alan hata-kontrol stratejilerini de kullanır.

DNA her canlı hücrenin ana hafıza deposudur. Hücre DNA molekülleri kopyalar; bunun için çalışan moleküllere RNA (Ribonükleik asit) adı verilir. Bu kopyalar, gereken çeşitli protein yapıtaşlarını inşa etmekten sorumlu minik makineler olan ribozomlara gider. Her bir yapıtaşı, hücrenin yapısında veya hücreleri onaran ve onlara enerji veren kimyasal tepkimelerde özel bir rol oynar. Proteinler tamamen doğru bir dizilim içinde ve hücrenin sağlıklı işlevi için gerekli miktarda sentezlenir. Bazı proteinler, enzimler, sonuçta başka metabolik işlemleri düzenleyen kim-

yasal katalizörlerdir. Kontrol mekanizmaları kısmen DNA'nın içinde kısmen de hücrenin geri kalan kısmında bulunur; tıpkı bilgisayarın donanımı ve yazılımı gibi. Organizmanın embriyo döneminden olgunluk dönemine geçtiği gelişim evresinde, bazı DNA direktifleri pasif kalır; ta ki beklenen olgunluk düzeyine varılana dek. O noktada pasif genler faal hâle geçmeleri için uyarılırlar.

DNA'nın özel yapısı (çift sarmal), hücrenin kendini kopyalamasını da sağlar. Hücre kopyalanırken, DNA'nın ikiz sarmalı açılmaya ve ayrılmaya başlar; DNA, kendisinin açılmasını sağlayacak enzimlerin üretimi için dahi talimatlar verir. Bir sarmal ikizinden ayrıldığında, onun kimyasal olarak aktif nükleotidleri –genetik şifrenin harfleri– diğer sarmaldaki eşleri tarafından artık stabilize edilmezler. Sonuçta, onlar hücre çekirdeğinin içindeki kimyasal çorbadan uygun nükleotidleri çekerler. Çocukların taşları üst üste dizmeleri gibi, nükleotidlerin düzenli bir dizilimi kendi kendini dizmeye başlar ve süreç içinde baştaki orijinal DNA sarmalının tıpatıp kopyasını meydana çıkarır. Hücre bölünmesini takiben, kopya DNA, yeni hücrenin çekirdeğinin içine yerleştirilir. (Bkz. YAPI KOPYALAMA MAKİNELERİ)

DNA'nın kendinden ürettiği kopyalardaki hataları saptama ve düzeltme yetisine rağmen, bir DNA mesajının yanlış kopyalandığı ya da kimyasal kirlilik, radyasyon veya virüs saldırısı yüzünden molekülün kendisinin hasar gördüğü durumlar vardır. Çoğu durumda, bu öylesine yıkıcıdır ki hücrenin çalışması bozulur ve ölür. Yanlış bir DNA mesajının bir hücrenin kontrolsüz bir şekilde bölünerek kansere dönüşmesine neden olduğu durumlar da vardır. Gelişmenin ilk evrelerindeki hatalar doğum anormallikleri ve mutasyonlarla sonuçlanabilir.

Yine de DNA'nın sürekli doğal radyasyon seviyelerinin zararlı kimyasal maddelerin ve çevredeki virüslerin etkisi altında bulunduğu gerçeğine rağmen, bu tür anormallikler istisnadır. Olgunluğa erişebilen mutasyonlar genelde doğurgan değildir. DNA'nın mesajının, yeni bir çeşidin hatta türün gezegende belirmesine yol açacak şekilde değiştiği durumlar sadece istisnai durumlardır.

Yıllardır süren uluslararası araştırmalara rağmen, DNA hâlâ pek çok sırrı taşımaktadır. Örneğin, DNA'nın genlerinin yalnızca

yaklaşık %10'u okunabilir ve hücre tarafından kullanılabilir görünmektedir. Sessiz % 90'ın fonksiyonu nedir? Yoksa onlar bir mesajın kaybolan parçasına karşı bir önlem olarak mı fazladan yaratılmıştır? Onlar evrimin ilk zamanlarında önemliyken artık kullanılmayan eski mesajlar mıdır? Ayrıca "zıplayan genler" meselesi de söz konusudur. DNA mesajının –isterseniz ona tüm paragraflar diyebilirsiniz– bazı kısımları olan bu genler, molekül dizilimindeki yerlerini terk edebilip DNA'da başka yeni bir konuma zıplayabilmektedirler.

Bazen hayatın sadece DNA'ya hizmet etmek için var olduğu söylenmektedir fakat bu çok tek yanlı bir savdır. Hayat ve DNA karşılıklı menfaat ilişkisi içindedir ve evrimsel çeşitlilik zaferin gerçek sahibidir. Örneğin, bir kurbağa ile bir iribaş tamamen aynı DNA'ya sahiptir tıpkı bir tırtıl ile bir kelebek gibi. Ancak DNA'nın kendini nihai ifade ediş şekli hem hücre metabolizmasına ve hem de organizmanın o anda bulunduğu çevreye bağlıdır. Bazı DNA genleri, sadece belirli sıcaklıklarda veya organizmanın hayat çevrimindeki belirli bir noktada aktif olmaktadır.

Tüm genetik materyal, hücrenin çekirdeğindeki DNA ile sınırlı değildir. Hücrenin sitoplâzmasında bulunan ve mitokondri diye adlandırılan minik yapılar da DNA parçaları içerir. Hücrenin metabolizmasında önemli rol oynarlar ama çekirdeğin merkezi programından nispeten bağımsızdırlar. Mitokondrilerin, hücre içinde ortak yaşamsal bir ilişki sayesinde hayatta kalmış protobakterilerden, hayatın ilk yapılarından geriye kaldıkları düşünülmektedir.

Ayrıca, virüsler ekseriye DNA'nın bir formudur. Bir virüs kendini kopyalayamaz çünkü canlı bir hücrenin altyapısına sahip değildir. O, kaset çalıcısı (ribozomlar) olmayan bir kasete (DNA'ya) benzemektedir. Bunun yerine o, bir yuvadaki guguk kuşu gibi, bir ev sahibi organizmanın içine girer ve kendini kopyalamak için onun hücrelerinin metabolik işlevlerinin kontrolünü ele geçirir. Zamanla genelde hücreyi öldürür, bazen de tüm organizmayı. Bir noktada virüs, varlığı ev sahibi için iyiye işaret etmeyen bir parazittir. Ancak virüslerin, yabancı DNA parçalarını hücrenin genetik mesajına yerleştirebileceğine dair bir düşünce söz konusudur. Bu yolla DNA belki de çevresiyle

iletişim kurabilmekte, yeni mutasyonlar ortaya çıkarmakta ve evrimi hızlandırmaktadır.

Biyologlar için DNA'nın çoğu bir sır olsa da İnsan Genomu Projesi, insan genlerindeki tüm moleküler mesajı okuma amaçlı bir çabadır. Uluslararası işbirliği sayesinde, çeşitli araştırma takımlarının her biri DNA'nın seçilmiş bir kısmı üzerinde çalışıp o kısmın moleküler mesajını kaydedeceklerdir. Biyologlar çeşitli insani özellikleri ve işlev bozukluklarını DNA molekülündeki belirli direktiflerle teşhis etmeyi ummaktadırlar. Pek çok bilim adamı, projenin yeni bilgiler ve büyük buluşlara gebe olduğunu düşünmektedir. Bazıları ise tartışılması gereken çok sayıda ahlaki meseleye işaret etmektedir.

DÜŞÜNME

Düşünmekle ne kastediyoruz? Dünya tüm bilinçli ve yarı bilinçli zihinsel etkinliğimizi –özel düşünceler, problem çözme, konsantrasyon, düşünceye dalma, içgörü ve hayal kurma– kaplıyor mu? Yoksa düşünmek belli sınırları olan daha sınırlı bir kavram mı? Genel kanıya göre, daha geniş bir tanım yapılabilir ama bilişsellikle ilgilenen bilim adamları ve bilgisayar mantığı üzerinde çalışan psikologlar arasında düşünme, genelde problem çözmeye –hesap yapmaya, veri analizine ve örüntü tanımlamasına– göndermede bulunur. Bunlar için iki bilindik model vardır; biri SERİ İŞLEM'e dayanır, diğeri ise paralel işleme. (Bkz. SİNİRSEL ŞEBEKELER)

Akıldan aritmetik yapma veya bir seyahat planlama gibi şeyler yavaş yapılır; adım adım evreler içinde, bilinen kuralları izlenerek, çarpım tablosu ya da tren saatleri gibi. Seri bilgisayarlar bu tür işlerde mükemmeldir. (Bkz. FORMEL HESAPLAMA) Ancak bir sesi ya da bir ağaç türünü tanımak veya başarılı bir şekilde tenis oynamak için son derece farklı türde bir hesap gereklidir. Bu gibi durumlarda, çok değişik türlerdeki veriler bir bütün içinde çabucak birleştirilmelidir. Sinirsel şebekeler bu gibi işlerde başarılıdır.

Seri ve paralel hesaplamalar birbirini tamamlar. Seri bilgisayarlar "rasyonel", yani kuralı takip eden veya algoritmik olan kesin işleri yapmakta iyidirler. Bu kurallar bir dil, bir program içinde tanımlanmalı ve belirtilmelidir. Öte yandan seri bilgisayarlar,

karmaşık örüntüleri tanımakta ve araba sürmek gibi karmaşık işleri yapmakta çok kötüdürler. Aksine paralel işlemciler, örüntü tanımada iyidirler ama açık kuralları takip etmek için bir dile ve kapasiteye sahip değillerdir. İlişki kurmak suretiyle çalışırlar, "mantık" yürüterek değil.

İnsanlar bu hesap metotlarının her ikisini de koordinasyon içinde kullanırlar. İyi bir satranç oyuncusu, genel bir satranç pozisyonunu hemen ve "sezgisel" olarak tanır ve ileriki analiz için az sayıda bir dizi hamleyi seri işlemle seçer. Bu, satranç oynayan bir bilgisayarın kullandığı metottan farklıdır çünkü onda sezgisel evre yoktur ve ne kadar saçma olursa olsun olası tüm hamleleri analiz eder. Diğer taraftan, çocuklar ve küçük hayvanlar "sezgisel" düşünme sayesinde pekâlâ hayatta kalabilirlerken, evrimsel gelişmenin bir sonraki evresiyle ilişkili olduğu görünen rasyonel akıl yürütmede o kadar iyi değillerdir.

İnsan beyni seri ve paralel işlemci türlerinin her ikisine de uygun yapılara sahiptir. Paralel işlemciler az ya da çok rastgele birbirine bağlı elementlerden oluşan zengin ağları gerektirir. Beyin bu elementlerin çoğuna sahiptir; aslında paralel bilgisayarlar daha çok sinirsel şebekeler olarak bilinir. Öte yandan seri işlem, kişisel bilgisayarlara veya telefon kablolarına benzeyen belirli, noktadan noktaya bağlantılar gerektirir. Beyin –örneğin optik sinirde–, bu çeşit bir "donanım"a da sahiptir. Ayrıca beyincik çok hassas bir yapıya sahiptir.

Paralel işlemciler, Pavlov'un şartlı reflekslerini daha karmaşık ölçektekine benzer şekilde, tekrarlama yoluyla adım adım öğrenirler. Oysa seri işlemciler, bir girdiden sonra bilgiyi hemen depolarlar. Beyin her iki hafıza türüne de sahiptir. Paralel hafıza sistemi, sinirsel şebekeler gibi tüm beyin zarına yayılmışken, "hızlı" hafıza sistemi, ilkel önbeynin bir parçası olan hipokampusla ilintilidir. Hipokampus hasarı veya bozulması –yaşlılarda çok görülen– bireylerin şeyleri yavaş yavaş öğrenmesine, bir kez gördükleri şeyi her zaman hatırlayamamasına neden olur. İki sistem, biyokimyasal açıdan da farklıdır.

Açıkçası insanlar, seri ve paralel işlemi koordinasyon içinde kullanırlar. Bu pek çok günlük gözlemle uyuşmaktadır. Sarhoş veya yarı uykuda olan insanlar genellikle çağrışımsal düşünme biçimine yönelirler ama zihinsel melekelerinin tam

olarak bilincine vardıklarında son derece rasyonel görünürler. Freud'un sözünü ettiği zihnin iki kısmı –rasyonel, bilinçli ego ve çağrışımsal, daha az bilinçli id– seri ve paralel işlem yetilerine pekâlâ benzetilebilir. Kuşkusuz, Freud, bu iki sistemin kaderinin çatışma olduğunu düşünüyordu; öte yandan pek çok modern terapist, ikisinin birleşmesinin en azından olası olduğuna inanmaktadır.

Beyindeki seri ve paralel işlem sistemleri düşünme hakkında söylenecek her şeyi ortaya koyuyor mu? Hem gündelik tecrübeler hem de psikologlardan elde edilen veriler koymadığını gösteriyor. Söz konusu hesap türlerinin hiçbiri bilinç, sorumluluk, anlam veya yaratıcılık gibi konularda bize bir fikir vermemektedir. Hiçbiri, yeni düşünceleri nasıl oluşturduğumuzu ya da yeni kavramlar içeren bir dili nasıl öğrendiğimizi aydınlatamamaktadır. Paralel işlem hiç dil kullanmaz zaten. Seri işlem ise kişisel bilgisayarlarınkine benzer bir dile sahiptir ama o da değiştirilemez. Oysa apaçık bir örnek olarak, çocukların hiç zorlanmadan dillerini geliştirdiklerini biliyoruz.

Pek çok düşünür, düşünmenin salt hesaplamadan fazlasını içerdiğini ve bu nedenle kapasitesinin seri ve paralel işlemden daha esaslı olduğunu savunmaktadır. YAPAY ZEKÂ tartışmasının merkezinde de bu düşünce yer almaktadır. Yine bu düşünce, zihinle ilgili yeni fiziksel teoremler arama çabasının ardındaki itici güçtür. (Bkz. ZİHİNLE İLGİLİ KAOS TEOREMLERİ; PENROSE VE HESAPLANAMAZLIK; ZİHİNLE İLGİLİ KUANTUM TEOREMLERİ)

DURAĞAN- DURUM HİPOTEZİ
Bkz. KUSURSUZ KOZMOLOJİK İLKE.

DİKKAT

Dikkat etme, zihnimizi belli bir düşünceye odaklama ya da görsel bir manzaranın bir bölümüne konsantre olma yetimiz bilincimizin en önde gelen özelliklerinden birisidir ve önemli bir hayatta kalma tekniğidir. Aynı zamanda o büyük sırlardan biridir. İnsan yavrusu bu yetenekle doğar ve bu dünyayı tanımada önemli bir araçtır. Stres, uyku ya da heyecan, dikkat kapasitemizi azaltır; beyin hasarının yaptığı gibi. Dikkat gösterirken beynin

kullandığı mekanik hakkında bir şeyler biliyoruz; ama işlemin kendisi hakkında pek bir şey bilmiyoruz.

Beyindeki "kim" dikkat gösteriyor? Bir şeyin dikkate değer olduğuna nasıl karar veriyoruz? Dikkatimizin "dağılmasına" izin vermek niçin bazen önemlidir? Dikkatin temelindeki mekaniğin ve onun bilinç üstündeki etkisinin uykuya olan ihtiyacımızla bir ilişkisi var mıdır? Bu soruların hiçbiri bilinen zihin bilimi içinde herhangi kesin bir cevap bulmuş değildir ve onların çoğu, çok önemli beynin etkinliğini bir çeşit hesaplama diye tanımlayan YAPAY ZEKÂ modellerine meydan okumaktadır.

Herhangi bir anda beynin etkinliği tamamen bilinçli, bulanık ya da bilinçsiz olabilir. Beyin gelen verilerin çoğunu paralel şekilde işler. (Bkz. SİNİRSEL ŞEBEKELER.) Ve genelde SERİ İŞLEM ile daha ayrıntılı inceleme için bazı verileri seçer. Güçlü bir uyarım (yüksek bir ses), bir roman ya da beklenmedik bir uyarım (ani bir hareket) veya önemli sayılan bir uyarım (kulağa gelen bir ıslık) ile bir kişinin dikkati çekilebilir. Bazen kasıtlı olarak bir şey üzerinde yoğunlaşırız. Fakat kasıtlılık da bilincin başka bir gizemidir.

Dikkatin bilgi kapasitesi son derece sınırlıdır; bu bir anda birden fazla şeye dikkat kesilmemizi zorlaştırır. Bu, araştırma öznesine kulaklık takılarak, her kulağına farklı bir mesajın gönderildiği testler tarafından ortaya çıkarılmıştır. Denek bir mesaja dikkat verir ve diğerini sadece boş bir arka plan gürültüsü olarak hatırlar. Buna rağmen, dikkat edilmeyen mesaj, kelime çağrışımı gibi sonraki deneysel alıştırmaların yapılma seyrinde bilinçaltıyla algılanan bazı etkilere sahiptir. Bilinçaltıyla algılanan mesajın, ilkin sadece bulanık bir bilinçle algılanıp ardından hemen unutulup unutulmadığı ya da onun bilinçsizce mi algılandığına karar vermek zordur. (Benzeri yorum sorunları düşük yoğunluklu anestezi deneyimi yaşayan insanlar hakkında da ortaya çıkmaktadır.)

Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) taramaları, zihinsel bir iş yapmakta kullanılan beyin kabuğu bölgelerine kan akışında bir artışın olduğunu göstermektedir. (Bkz. BEYİN İNCELEME METOTLARI) Ön beyne gelen daha ayrıntılı bilgiler daha fazla enerji temini gerektirmektedir. (Beyin, ağırlığından beklenmeyecek oranda, vücudun enerjisinin pek çoğunu kullanmaktadır.)

Artan kan akışının ve enerjinin dikkatle ilişkisi konusunda hâlâ pek çok tartışmalı nokta vardır. Beyin kabuğunun bazı kısımları paralel işlemde görev almaktadır ama kapsamlı kontrol sistemi daha ilkel önbeyin olan talamusta bulunmaktadır. Neredeyse tüm duyu yolları talamustan geçerek beyin kabuğuna ulaşmaktadır. Talamus, daha ilkel omurgalılarda en yüksek kontrol merkezidir ve insanlarda bile bilinçli duyumlar için temel organdır.

Talamus ile beyin kabuğu arasında, iki yollu, ayrıntılı bir harita vardır. İlkel bir sinirsel şebeke olan Talamus'un ağsı yapısının, daha fazla uzmanlaşmış beyin kabuğu kısımlarında "sesi" yükselttiği ya da kıstığı düşünülmektedir. Ağsı yapı, az ya da çok ölçüde, istemli kontrole tabi olabilir.

Bu dikkat faaliyetleri, hafızanınkiler gibi, beyin tarama teknolojilerinin gelişimiyle doğru orantılı şekilde daha detaylı incelenebilmektedir. Ancak ne kadar ayrıntılı ve kapsamlı olsa da bu mekanikçi yaklaşım, dikkat kesilmenin ve dikkat kesilen benliğin daha bütüncül deneyimini göz ardı etmektedir. Dikkat, hafıza ve bilinç arasındaki bağlantıları tam olarak anlamaktan henüz çok uzağız.

DİL

Dil genelde insana özgü bir yetenek olarak düşünülür. Dil, zihinle ilgilenen filozofların ve bilim adamlarının üzerinde hâlâ anlaşmaya varamadıkları konulardan biridir. Kaynağı nedir? İnsanla birlikte böylesine karmaşık bir yapı niçin hemen ortaya çıkmıştır? Dil düşünmeyle aynı şey midir yoksa en azından düşünmeyle çok yakından bağlantılı mıdır? Çinliler İngilizlerden ya da Fransızlardan farklı mı düşünürler? Mevcut dilleri nasıl öğreniyoruz ve niçin yeni bir dil icat edebiliyoruz? Bunlar, bizim genel olarak kabul edilen, kesin cevaplarını bulamadığımız sorulardan sadece birkaçıdır.

İnsanın dışındaki canlı varlıkların aşikâr iletişim yolları vardır; her ne kadar bilim adamları onları insanların konuştuğu dil gibi değerlendirmeseler de. Arı yiyecek kaynakları hakkındaki bilgiyi paylaşırken karmaşık bir dans "dil"i sergiler. Kuş ötüşlerinin yiyecek, kur yapma ve tehlikeyle ilgili anlamlar ilettiği bilinmektedir. Şempanzelere işaret dili öğretilebilmektedir. Yunuslar 30.000

den fazla ses çıkarırlar ki bu, pekâlâ kelimenin tam anlamıyla bir dil olabilir ama insanlar henüz onu çözememişlerdir.

Dil yeteneğini açıklamaya dönük bilimsel çabalar içinde başat olan üç teorem vardır. B. F. Skinner gibi davranışçılar, bizlerin, şartlı reflekslerde olduğu gibi, ilişki kurmak yoluyla dilleri öğrendiğimizi iddia etmektedirler. Elma gösterildiğinde "elma"yı duyarız ve hemen bir ilişki kurarız. Ama büyük dilbilimci Noam Chomsky, bunun yeterli bir açıklama olmadığını ortaya koymuştur. İnsanlar daha önce hiç duymadıkları cümleleri hem anlayabilmekte hem de kurabilmektedirler ve dilimizin büyük bir kısmı gerçeklik ya da güzellik gibi soyut kavramlara işaret etmektedir. Chomsky, dil yeteneğinin, bilgisayar programlarına çok benzeyen, içsel gramer ilkelerini oluşturan, doğuştan gelen bir kapasiteye bağlı olması gerektiğini savunmaktadır. Onun DAVRANIŞÇILIK eleştirisi, bilişsel psikolojinin doğmasına yol açan nedenlerden biriydi. (BKZ. GESTALT ve BİLİŞSEL PSİKOLOJİ)

Chomsky'nin çalışması linguistik teorem üzerinde en büyük etkiyi yaptı ancak teoremlerinin çoğu tartışmaya açık olarak kalmıştır. O, genel zekâmızdan ayrı olarak özel bir dil yeteneğimizin olduğunu savunmaktadır. Bu, beyinde belirli dil bölgelerinin olduğu gerçeğiyle kısmen doğrulanmaktadır. Chomsky savını, Plâtoncu akılcılığın ruhuna çok benzer bir şekilde ilerleterek, bu özel dil yeteneğinin doğuştan geldiğini öne sürmektedir. Bizler onunla birlikte doğarız. Bu, çoğu dillerin gramer ilkelerinin son derece karmaşık olmasına rağmen çocukların dili kolaylıkla öğrenebildiği ve çok az insanın, onlar sayesinde düzgün konuştukları dilin gramer ilkelerini açıkça izah edebildikleri gerçeğiyle kısmen doğrulanmaktadır. Ne var ki Chomsky'nin, bizdeki doğuştan gelen dilsel ilkeleri formüle etme çabaları sınırlı oranda başarılı olmuştur.

Chomsky'nin çalışmasında üçüncü unsur, onunla ilintili kelimelerin anlamlarını bilmeden herhangi bir dilsel sistemin ilkelerini doğru bir biçimde uygulayabileceğimiz savıdır. Bu doğru olsaydı, dilin, onun yazılımının bir parçası olduğu beynin bir bilgisayar gibi işlediği savına ve bilgisayarcı zihin teoremlerine büyük destek sağlardı. Ancak bu savın uygulanabildiği alanlar sınırlıdır. Bizler bazen onun anlamını bilmeden, bir cümlenin

gramer sistemini yorumlayabiliriz. Ama genelde işittiğimiz bir cümleyi çözmek için onun anlam ve bağlamına ihtiyaç duyarız ve bu noktada biçimsel ilkelerin bize pek az faydası olur. "John kapıyı açtığında, o içeri girdi." cümlesinde, "o"nun, "John"u işaret etmediğini biliriz. O halde hangi ilke burada geçerli olmaktadır? "Yelkencilik keyifli olabilir" cümlesiyle "Yelkenliler yeşil olabilir" cümlesini karşılaştırırken, gramer yapısını tanımlamak için genel bilgimize başvurmak zorunda kalırız. Buna benzer örnekler, bilgisayar tabanlı dil-çeviri programlarının geliştirilmesinde bazı sorunlar doğurmuştur. Bu programlar dosdoğru çalışabilmek için, bir ansiklopediyle birlikte bir sözlüğe ve ilgili dillerin gramer kurallarının bilgisine sahip olmalıdırlar.

Üçüncü bir dilbilimsel teorem, Chomsky'nin MIT'deki yardımcısı Steven Pinker (The Language Instinct) tarafından ileri sürülmüştür. Pinker'e göre dil, normal Darwinci evrim yoluyla elde edilen içgüdüsel bir insani yetenektir; tıpkı bir gözün yapısı gibi. Atalarımızın bir kısmı, eğer konuşabilirlerse daha kolay hayatta kalabileceklerini keşfetmişler böylece bu yetenekleri sayesinde evrimci mücadelede başarılı olmuşlardır. Bu teoreme göre tüm insanlar aynı temel içgüdüye sahipler, belki de bir "dil geni"ne de. Ayrıca yine bu teoreme göre dil ve düşünme de oldukça ayrı şeylerdir. Konuştuğumuz dilden bağımsız bir şekilde, insanların zihni aynı yolla çalışır. Pinker'i eleştirenler ki onların arasında Chomsky de var, evrimin, dilin insanlar arasında oldukça erken ve onlara özgü bir biçimde nasıl belirdiğini açıklamakta yetersiz olduğunu ileri sürmektedirler. Diğerleri ise Pinker'in, okuma ve yazma gibi birbiriyle bağlantılı yetenekleri açıklayamadığını savunmuşlardır.

Hem Chomsky hem de Pinker, zihnin temelde bilgisayar gibi çalıştığı teoremine ağırlıklı olarak dayanmaktadırlar. Ha keza pek çok yapay zekâ (Bkz. YAPAY ZEKÂ) uzmanları, düşüncelerini, bilgisayarcı modellerin sınırlarının belli olduğu yerlerde güç belâ da olsa uygulama çabası gütmektedirler. Şimdiye kadar doğal İngilizce cümleleri dilbilgisi açısından inceleyen başarılı bir bilgisayar programı yazılamamıştır. Çeviri programları yetersiz kalmıştır. Dilbilimsel anlamın tamamen bilgisayarcı bir açıklamasının sunulması hedefine ulaşılamamıştır. Yapay zekâyı eleştirenler, onun modelinin temelde kusurlu olduğunu,

savlarının GÖDEL'İN TEOREMİ ve John Searle'nin ÇİN ODASI'na dayandığını, tamamen biçimsel sistemlerden anlam çıkarma yeteneğimize gölge düşürdüğünü ileri sürmüşlerdir. Zihinle ilgili bilimlerin bu aşamasında, bizim dil yeteneğimizin pek çok yanları bir sır olarak kalmaktadır.

DİRİMSELCİLİK

Hayat moleküler süreçlerin sonucu mudur yoksa gizli bir "hayat kuvveti" mi işlemektedir? Dirimselcilik, tüm biyolojik sistemlerin ardında yaşama güdüsünün bulunduğunu savunan 19. yüzyılın bilimsel ve felsefi hareketidir. O zamanlar hayatı mekanikçi Newton fiziğiyle açıklamak bazılarına imkânsız görünüyordu.

Filozof Hegel Dünyanın Tini'nin diyalektik bir devinim içinde evrimleştiğini savunur. Bunun bir örneği Varlığın Oluşa dönüşmesidir. Bununla bağlantılı düşünce akımları 19. yüzyıl boyunca varlığını korudu. Romantik hareket bu düşünce biçimini etkiledi. Goethe'nin "ölümsüz dişilliği" insanlığı çok yukarılara çıkardı, Beethoven'in müziği ilahi yumruğuyla insanlığı sersemletti, Caspar David Friedrich engin ve ürkütücü kır görüntüsü içinde meydan okuyucu yalnız şahıslar ve ağaçlar çizdi ve Byron'un şiiri Childe Harold'un destansı yolculuğuna esin kaynağı oldu. Romantiklerin düşünü, Fransa ve Amerika'da gerçekleşen çarpıcı toplumsal değişim ve devrimler ile Almanya'nın birleşme rüyası da destekledi.

Felsefede benzer düşünceler vardı. Henri Bergson, ifadesini maddi dünyada bitki ve hayvan hayatı olarak bulan, elan vital hakkında yazdı. Evrimin mekaniksel olmaktan ziyade yaratıcı olduğunu savundu; doğa sürekli yeni yapı arayışında idi. Biyolojide bu düşünceler, biyolojik sistemlerin özünün, moleküller ve onların tepkimelerinin toplamına indirgenemeyeceğini savunan dirimselciliğin temelini oluşturdu. Canlı bir hücreyi salt karmaşık moleküler tepkimeler toplamından ayıran şey işte bu yaşam kuvveti, elan vital'dir. (Bkz. HOLİZM)

Dirimselciliğe göre, hayat kuvveti hayatı yaratmak için cansız madde üzerinde etkili olmaktadır. O, onun sayesinde doğanın bilinç kazandığı ve insanlığın tanrısal bir niteliğe büründüğü bitmeyen mücadelenin canlandırıcı ilkesidir. Dirimselciliğin

versiyonları George Bernard Shaw'un oyunlarında –epik oyunu İhtiyara Dönüş (Back to Methuselah) de dahil– ifadesini bulur. Pierre Teilhard de Chardin için, evrimsel ilerlemenin amacı, onun noosfer diye adlandırdığı gezegenin küresel bilincidir.

Dirimselcilik, Darwinci evrime alternatif bir evrim açıklamasıydı. Biyolog Lamarck (Bkz. LAMARCKÇILIK), evrimin, doğanın gelişmeye yönelik çabaları sayesinde gerçekleştiğini öne sürmüştü. Ortamlar değiştiğinde, türler, bir dizi kör mutasyonlarla değil de amaçlı bir tarzda kendilerini geliştirmeye çabalarlar. Bu alışkanlıklar ve uyumlar sonuçta gelecek nesillere aktarılır.

İlk bakışta, dirimselcilikle Lamarck'ın evrimsel gelişim fikirleri mantıksız görünmemektedir. Canlı sistemlerin karmaşık davranışları bayağı kimyasal sistemlerin tepkimelerinden sonsuz derecede zengin olduğu için, yeni organizasyon ilkeleri ileri sürmek doğaldır. Fakat biyologlar canlı sistemler hakkında giderek artan oranda yeni bilgiler elde ettikçe her şeyin moleküler düzeyde işleyen süreçlerle açıklanabileceğini anlamaya başladılar. Örneğin, canlı sistemler, entropinin kendiliğinden artması gerektiğini öngören TERMODİNAMİĞİN İKİNCİ YASASI'na aykırı hareket ediyorlarmış gibi görünmektedir. Bu, yeni bir dirimselci ilkenin işe karıştığı anlamına mı gelmektedir? Kimyacılar da entropinin azaldığı, kendi kendini düzenleyen (lineer olmayan) inorganik kimyasal tepkimeler keşfetmişlerdir. İkinci yasa ihlal edilmiş değildir; ortama artan entropiyi pompalama pahasına sistem içindeki düzen artmaktadır. (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON)

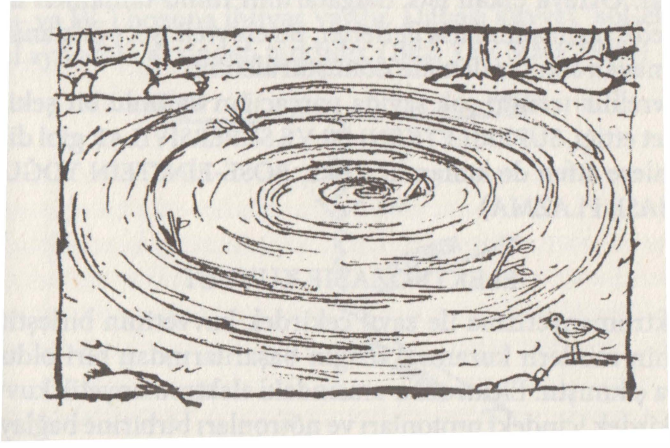
19. yüzyıl boyunca dirimselciliğin pek çok düşmanı oldu. Onların en güçlülerinden biri Alman bilim adamı Hermann Helmholtz idi. Dirimselcilik, hayat mekaniksel olmayan ilkelerle idare edildiği için, onun asıl süreçlerinin laboratuvar ölçümlerine indirgenemeyeceğini savunuyordu. Hayat bütüncül bir süreçti; onu parçalara ayırarak incelemek asıl ilkelerini yok etmektedir. Oysa Helmholtz, uyarımların sinirler boyunca ilerleme tarzı ve duyumsamaları nörobiyolojik temeli gibi çok çeşitli faaliyetlerin laboratuvarda ölçülüp incelenebileceğini kanıtladı. Teoreme başka bir darbe de Alman kimyacı Friedrich Wöhler, hayvanların idrarında bulunan organik bir bileşik olan üreyi 1828'de sentezlediğinde vuruldu. Önceden yalnızca yaşama

faaliyetiyle ilişkilendirilen bir bileşiğin yapay kimyasal yollarla üretilebilmesi gerçeği hayata dair herhangi bir özel ilkenin inkârı olarak görüldü.

Bugün, dirimselcilik biyoloji bilimlerinde pek kabul görmemektedir. Occam'ın usturası[3] ilkesi bilimsel teoremlerin ne kadar çekici olsa da gereksiz varsayımlar içermemesi gerektiğini belirtmektedir. Biyolojik fonksiyonların tümü moleküler tepkimelerle açıklanabilir göründüğünden, bir hayat kuvveti varsayımına baş vurmaya gerek yoktur. Yine de dirimselciliğin yankıları, pek çok yoga türleri, akupunktur ve genel olarak alternatif tıpta varlığını korumaktadır; bahsedilen yaşam enerjilerinin fiziğin ele aldığı enerji türlerine indirgenebilir olup olmadığı genelde muğlaktır. (Bkz. BELİRİŞ)

DİSİPATİF YAPILAR

Nobel ödülü sahibi bilim adamı Ilya Prigogine, kendiliğinden düzene kavuşan sistemleri tanımlamak için disipatif yapılar (dissipative structures) terimini ortaya atmıştır. Kapalı, ayrık sistemler ve çevreleriyle dengede olan sistemler, ENTROPİlerini en üst düzeye çıkarırlar ve niteliksiz bir duruma doğru hareket ederler.



3. Ockham'ın Usturası teorisi temel olarak "her şeyin birbirine eşit olduğu bir ortamda, en basit açıklama doğruya en yatkın olandır" felsefesi üzerinde şekillenir. (y.h.n.)

Bunun tersine, disipatif bir sistemde madde ve/veya enerji, çevreden sisteme doğru sürekli akar. Bu sistemin dengeden uzak bir halde kalmasını sağlar; böylece içyapının gelişimi ve korunumu mümkün olur. Bu madde veya enerji akışı sayesinde sistemin içsel entropisi azalır ve kaostan düzen meydana çıkar.

Disipatif yapıların örnekleri, su bir engelden hızla geçtikten sonra oluşan girdaptan, bir sıcak su tavasında oluşan ısı yayımı modellerine, bazı oto katalitik kimyasal tepkimelere, canlı hücrelere, şehirlere ve tarif akışı şekillerine kadar uzanmaktadır.

EŞEVRELİLİK

Eşevrelilik (coherence), örneğin, LAZERLER'deki astronomik sayıda parçacığın ortak hareketine gönderme yapar. Bir lazerin içinde, tekil ışık dalgalarının tümü, aynı evre ya da FAZ içindedir.

Bir ampulün veya mum alevinin aydınlığı çok sayıda atomun her birinin ışık fotonu saçmasıyla oluşur. Bu hadiseler koordinasyondan tamamen uzaktır; komşu atomlar küçük aralıklı farklı zamanlarda foton saçarlar. Bu, bileşke dalgalarının tümünün farklı evrelerde olduğu bir ışık demeti üretir. Bir lensle odaklansa bile böyle bir demet dağılma eğilimi sergiler.

Bir lazerde, çok sayıda atom, aynı anda foton saçmak üzere uyarılır. Ortaya çıkan ışık dalgalarının tümü tamamen aynı evrededir; aynı adımlarla ilerlerler. Bu eşevreli ışık odaklanarak dağılmayan sıkı bir demete dönüştürülebilir.

Eşevrelilik terimi, çok sayıda parçacığın uyumlu bir şekilde hareket ettiği, SÜPERİLETKENLER VE SÜPERSIVILAR gibi diğer sistemlere atfen de kullanılır. (Bkz. BOSE-EİNSTEİN YOĞUNLAŞMASI; PLAZMA)

ELEKTROZAYIF KUVVET

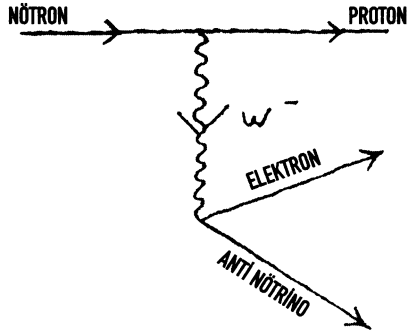
Elektromanyetizma ile zayıf çekirdek kuvvetinin birleştirilmesinin modern kuramsal fiziğin başarılarından biri olduğu ortaya çıkmıştır. Elektronlar arasındaki elektromanyetik kuvvet ve çekirdek içindeki protonları ve nötronları birbirine bağlayan güçlü çekirdek kuvveti (şimdi gluonlara indirgenmiştir) yanında, fizikçiler bunların ortasında bir güce sahip, üçüncü bir kuvvetin varlığını kabul etmektedirler: Nötronun proton, elektron ve

anti nötrinoya bozunması biçimi de dahil olmak üzere, çeşitli radyoaktif bozunma (beta bozunması) biçimlerinden sorumlu zayıf çekirdek kuvveti.

Fizikçiler, doğal olarak, zayıf çekirdek kuvvetini, kuantize olmuş bir alanla açıklamak istediler, tıpkı elektromanyetik kuvveti açıkladıkları şekilde. Nasıl ki elektromanyetik alanın kuantize olmuş salınımları, fotonlar, elektromanyetik kuvveti taşıyorlarsa, diğer BOZONLAR, orta vektör bozonlar da zayıf çekirdek kuvvetini taşımaktadır.

Sorun şu ki uzun mesafeler boyunca etkili olan elektromanyetik kuvvetten farklı olarak, zayıf çekirdek kuvveti, neredeyse bir bağlantı kuvvetidir. Onun etki mesafesi bir protonun büyüklüğünden çok daha küçüktür. Bir kuvvetin etki mesafesi o kuvveti taşıyan parçacığın kütlesiyle bağlantılı olduğu için zayıf çekirdek kuvvetinin varsayımsal taşıyıcıları son derece ağır –proton ve nötrondan çok daha ağır– olmak zorundadır.

Bu iki kuvvet arasında başka farklar da vardır. Foton elektriksel olarak nötrdür çünkü bir elektron, elektromanyetik alandan fotonlar alıp sonra onları geri verdiğinde yükü değişmez. Elektrik yükünün çok çeşitli etkileşimlerle değişebildiği zayıf çekirdek kuvvetinde durum farklıdır. Demek ki zayıf çekirdek kuvvetini taşımak için toplam üç ağır bozona, bir nötr (Z°) ve iki yüklü (W+ ve W-) bozona ihtiyaç vardır. Dahası kuvvet "sol-elli"dir; yani aynadaki aksinden farklıdır. (Bkz. YEZ SİMETRİSİ)



Farklılıklara rağmen zayıf kuvvet ile elektromanyetik kuvvet arasında çarpıcı benzerlikler vardır. Her ikisi de GAUGE ALANLARI olarak ifade edilebilir. Kaçınılmaz bir şekilde fizikçiler,

iki kuvvetin tek bir alanın farklı yanları olduğu birleşik ve tek bir Gauge teoremi ileri sürmüşlerdir. Ama bir zorluk vardı. Bir Gauge alanının taşıyıcıları her zaman kütlesizdir. Bunun anlamı iki kuvvetinde uzun mesafeli olmasıydı. Ancak bu zayıf kuvvetin bağlantısal yapısına tamamen ters düşer. Kendiliğinden SİMETRİNİN BOZULMASI'nın günü nasıl kurtaracağını göstermek kuramsal fizikçilere kalmıştı. (1968'de tamamlanan Glashow-Weinberk-Salam modeli.) Simetriler bozulduğunda, Higgsx mekanizmasını kullanarak bazı kütlesiz bozonlar kütle kazanır.

Dolayısıyla elektro zayıf teorem, iki nötr parçacık, kütlesiz foton ve kütleli Z°, artı iki tane kütleli ve yüklü bozon "W + W-" içerir. CERN'DE 1973'den beri yürütülen deneyler, bu parçacıkların izlerini elektro zayıf teoremin tahmin ettiği gibi başarılı bir şekilde ortaya koymuştur. Bir birleştirme başarısı olan elektro zayıf teorem, fizikçileri, elektro zayıf kuvvet ile KUARKLAR arasındaki renk kuvvetinin birleşmesinden oluşacak tek bir Büyük Birleşik Teoremi (Bkz. BÜYÜK BİRLEŞİK TEOREMLER) geliştirmeye sevk etmiştir.

Zayıf etkileşim bir leptonu başka bir leptona veya bir kuarkı (hadron içindeki) başka bir kuarka dönüştürür. (Bkz. HADRONLAR; LEPTONLAR) Nötron bozunumu 136. sayfadaki Feynman diyagramıyla gösterilmektedir. Toplam kuark sayısı (kuarklar eksi anti kuarklar) ve toplam lepton sayısı korunur. Bu korunum yasaları SÜREKLİ SİMETRİLER olarak ifade edilebilir.

ENTROPİ

Otomobiller paslanır; ölü ağaçlar çürür; eski binalar yıkılır. Bunlar entropinin –düzenden düzensizliğe kendiliğinden hareketin kaçınılmaz ilerleyişinin–, örnekleridir. TERMODİNAMİĞİN İKİNCİ YASASI, doğadaki her değişimde entropi, yani düzensizlik, çürüme, dağılma, yapıların ve modellerin bozulması, ya artmalı veya aynı kalmalıdır, der.

Fizikte entropi iki düzeyde tartışılır. Klasik TERMODİNAMİK, entropiyi, ısı, iş, iç enerji ve sıcaklık parametreleriyle birlikte bir parametre olarak görür. Onun tanımı bu parametrelerle olan ilişkisinde yatar. Makinelerin verimliliği üzerine yapılan çalışmalar, ısının asla bütünüyle işe çevrilemeyeceğini ve bu

yüzden tüm makinelerin % 100'lük verimin altında çalıştığını kanıtlamıştır. Bu faydalı enerji kaybının sebebi, kaçınılmaz sürtünme ve dolayısıyla entropideki artıştır.

Termodinamiğin İkinci Yasası, ayrık sistemlerin kendiliğinden maksimum entropiye doğru hareket ettiğini göstermiştir. Enerji bir sistem içinde dolaşırken, entropi oluşur ve işe yarar enerjinin bir kısmı ısı olarak kaybolur, işe yaramaz hale gelir. Herhangi bir makine –bir buhar motoru, elektrik dinamosu veya insan vücudu– çalıştığında enerji, sürtünme dolayısıyla ısı halinde kaybolur. Motor ne kadar iyi tasarlanırsa tasarlansın, doğa entropi artışı şeklinde bir ödeme alır. Sadece tersinir süreçlere (çok hassas gerçekleşen ve her zaman denge noktasına yakın süreçler) yaklaşan makineler için entropi artışı en az düzeydedir. Her ne kadar bu makineler olası en verimli makineler olsalar da yine de tüm ısı miktarını faydalı işe dönüştüremezler.

Entropi, ayrıca, İSTATİSTİKSEL MEKANİK tarafından moleküler düzeyde de açıklanabilir. Nasıl ki sıcaklık moleküllerin hareketlenme derecesi olarak yorumlanıyorsa, entropi de moleküler bir düzendeki bozulma olarak tanımlanabilir. Bir madde düzenli bir yolla oluşabilir ancak herhangi bir sınırlı sıcaklıkta onun molekülleri bir hareketlenme evresinde olacaklardır. Sonuç, değer ve takıma göre düzenlenmiş bir deste iskambil kâğıdının karılmasına benzer. İlk bir iki karmada, baştaki düzen bir derece korunabilir –aynı takımdaki birkaç kart sıralı kalabilir– ama sonunda bu bile kaybolur. Bir karmada, orijinal sıra, herhangi başka bir düzenle eşit yinelenme şansına sahipse de olası düzenlerin sayısı astronomiktir ve bu belli sıranın tekrar ortaya çıkması patlaması muhtemelen asırları alacaktır.

Moleküler karılma bir sistemdeki düzeni bozmak üzere aynı yolla hareket eder. Isı dolaşımı söz konusuysa, sistemin baştaki düzenini bozan, onu faydalı iş yapmaya daha az muktedir hale getiren bir miktar moleküler karılma olacaktır. Dar bir tüple birbirine bağlı iki silindir düşünün, biri yüksek basınca sahip bir gaz içeriyor. Tüm gaz sistemin bir yarısında toplandığı için, entropi, gazın eşit olarak dağıldığı durumdakinden daha düşüktür. Silindirler arasındaki basınç farkı, onlara iş yapma kapasitesi sağlar fakat moleküllerin çok hızlı düzensiz hareket etmeleri, basınç eşitlenene kadar silindirler arasında bir gaz

akışını doğurur. Bu sistemin entropisini artırır ve onun iş yapabilme kapasitesi düşer.

Buzdaki moleküller düzenli bir model oluştururlar. Bir buz parçasını bir bardak İskoç viskisinin içine atın. O ısınırken, molekülleri daha hızlı hareket eder ve baştaki modellerini yitirirler. Entropi artar ve buz erir. Bir demir levhasında atomlar kafes şeklinde düzenlenmişlerdir. Demir paslandığında, demir atomları demir oksit oluşturmak üzere havadaki oksijenle birleşirler. Bozulan sadece düzenli metal kafes değildir, hava ile metal arasındaki sınır da bozulur. Paslanma entropideki artışla ilişkilidir.

Eğer entropi her zaman artıyorsa ve sistemler her zaman artan düzensizliğe doğru hareket ediyorsa, buz parçacıklarını yapmak nasıl mümkün olacak? Buz suyunkinden daha düzenli bir yapıya sahiptir; onun entropisi çok daha düşüktür. Bunun anlamı, buzdolabının dondurucu tablalarının entropi artışına karşı geldiği midir? İstatistiksel mekaniğin yasalarının hâlâ geçerli olmasının nedeni, buzdolabının açık bir sistem olmasıdır ve buz ile çevrenin toplam entropisi, aslında artar. (Bkz. AÇIK SİSTEMLER)

Entropi kavramı ve onun artışı son derece önemlidir. O sadece buhar motorlarına ve buzdolaplarına değil, insan vücuduna da uygulanmaktadır. Yiyecek tüketiriz ve çevremizdeki ortamın, ısı ve vücudun atık ürünleri formunda, entropisinin artması pahasına iç düzenimizi yitirmeyiz. Bir şehir de entropi üretir. O, içine materyallerin ve enerjinin aktığı ve dışarıya çöp, lağım suyu ve ısının çıktığı bir açık sistemdir.

Entropi kavramı, mesajların iletim hatları boyunca gönderilme biçimini inceleyen BİLGİ TEOREMİ'nde de önemli bir rol oynar. Hiçbir iletim bağlantısı mükemmel değildir ve telefon hatları ve radyo dalgaları belli bir derece "gürültü" –bir sinyalin kalitesini düşüren düzensiz sesler– yayar. Bilgi teoremi, bir hattan geçen bilgi miktarının ve gürültü nedeniyle kaybolan miktarın ölçümünü sağlar. Sinyalin düzenindeki bir bozukluk düzensizlikteki bir artış demektir. Mühendisler entropi ve enformasyonu ikiz kavramlar olarak kullanırlar. Entropinin artış miktarı bir sinyaldeki bilginin azalma derecesiyle doğru orantılıdır. Dolayısıyla bilgi, negatif entropi ya da "negentropi" olarak düşünülebilir.

Tüm evrenin entropisi her zaman arttığından ve şu an için maksimum düzeyden hâlâ çok uzakta olduğundan, BÜYÜK PATLAMA anında entropinin çok düşük olması gerekir. Bunu nasıl açıklayabileceğimizi bilmiyoruz.

EVRENDEKİ ZEKÂ

Fiziksel evren hakkında şimdi çok fazla şey bilmemiz ve dünyamızın onun sadece küçük bir parçası olduğu gerçeği, evrenin başka zeki hayatlar içerip içermediği sorusunu gündeme getirmektedir. Bizler yalnız mıyız yoksa pek çok zeki hayat türlerinden sadece biri miyiz? Başka yerde de hayatın olabilmesi için hangi koşullar gereklidir? Evrenin kendisi mi zekâya sahiptir yoksa o bizzat zekânın bir ürünü müdür? Muhtemel cevapları, standart bilim kurgu kitapları ve UFO görüşlerinin ardında yatan hüsnü kuruntu vermektedir. Fakat bilinen bilimin temeline dayanarak konuyla ilgili herhangi bir argüman kurabilir miyiz?

Evrenin geniş olduğunu bilsek de sınırlı mı yoksa sınırsızca mı geniş olduğunu henüz bilmiyoruz. Eğer o sınırsızsa, olabilecek hemen hemen her şey onun bir yerinde olacaktır. Kuantum fiziğinin çok-dünyalar teoreminde olduğu gibi, dünyamıza benzeyen pek çok dünya olabilir. (Bkz. ÖLÇÜM SORUNU) Bir daktiloda sonsuza dek yazı yazan bir maymunun eninde sonunda Shakespeare'in tüm eserlerini yazabileceği gibi, neredeyse tüm fiziksel hadiseler ve tarihler bir yerlerde gerçekleşecektir. Ancak bu senaryoyu ister çekici bulalım isterse de itici, pratikte bizim hayatımız için pek bir farklılık sağlamıyor. Evrenin çoğu sonsuza dek bizim "olay ufku"muzun öylesine ötesinde olacak ki, başka galaksilerden gelen mesajlar –zamanın başlangıcından beri ışık hızında gelseler bile– bize ulaşamayacaktır. Muhtemel başka zeki hayatlar hakkında tahmin yürüten bilim adamları, bu yüzden, onun bizim galaksimizde mevcut olup olmadığı hususu üzerinde yoğunlaşmaktadırlar.

Galaksinin başka yerlerindeki zeki hayata dair bilimsel tahminler genelde, şayet o varsa, bizimkine benzeyen kimyaya dayandığını ve dünyaya benzer, katı da olsa suyun olduğu bir gezegende bulunması gerektiğini varsaymaktadırlar. Şayet bu varsayım yanlışsa, başka yerde hayat şansına ilişkin tahmin

yürütme imkânımız daralır. Eğer doğruysa bazı olasılıklar hesaplanabilir.

Galaksimizde yaklaşık 10^{11} yıldız vardır. Bizimki gibi bir hayatın onların arasında olması ve bizim onu bilme ihtimalimiz, tam bir olasılık zincirine dayanır.

1. Bir yıldız gezegene sahip midir? Teleskoplarımız onları doğrudan gözlemleyecek kadar iyi olmasa da birkaç örnek dolaylı yoldan saptanmıştır.

2. Başka bir güneş sistemindeki gezegenlerden biri dünyaya benzer midir? Bilim adamları, bunun, 10'da 1'den daha büyük bir ihtimale sahip olduğunu düşünüyorlar.

3. Dünyaya benzer gezegende hayat gelişmiş midir? Uzayda birkaç düzine organik molekül saptanmıştır.

4. Bu dünyaya benzeyen gezegende en azından bir canlı türü zekâyı geliştirmiş midir?

5. Başka yerdeki zeki bir tür yıldızlar arası mesafelerden iletişim kuracak denli gelişkin bir teknolojiye sahip midir? Bunu yapmanın bilinen en kolay yolu radyo dalgalarıdır. Ancak 20. yüzyılda bunu yapmak için gerekli teknolojiye sahip olabildik.

6. Bu ilerlemiş medeniyet, iletişim kurmak ister mi ve bizim tanıyıp anlayabildiğimiz türden mesajlar yayınlar mı? Eğer bu medeniyet bizim henüz keşfetmediğimiz bir teknolojiye dayalı mesajları kullanırsa, bizler o mesajları fark edemeyebiliriz. Dünyada yunus balıkları zekice davranmakta ve bir dili oluşturduğunu düşündüğümüz 30.000 farklı sesi çıkarabilmektedirler: Ama onun şifresini çözmeyi henüz başaramadık. Bu hiç cesaret verici değil.

7. Bu ilerlemiş medeniyet ve bizler, bir mesaj gönderip karşılığını alacak kadar uzun süre yaşayabilecek miyiz? İlerlemiş teknolojik medeniyetimiz kendini bir nükleer savaşla varlığının ilk yüzyılında yok edebilirdi. Diğer taraftan, bir medeniyet kendi ata yıldızı kadar uzun yaşayabilir –10^9 yıl ya da daha fazla–. İlerlemiş medeniyetlerin ortalama ömrü ne kadardır?

1'den 7'ye kadar ki olasılıkların çoğu bu aşamada sadece tahmin işidir ancak bazı örnek figürler aydınlatıcıdır. Eğer 1 ile 6'ya kadarki koşulların birleşik olasılığı 100'de 1 ise ve gelişmiş bir medeniyetin ortalama ömrü 1.000 yılsa, Frank Drake'in hesabına göre, hâlihazırda galaksimizde 100 tane bu tür medeniyet

olmalıdır. En yakını 10.000 ışık yılı uzaklıkta bulunacaktır ki bu mesafe, ikili bir iletişim kurmak için çok büyüktür.

Lâkin eğer, gelişmiş teknolojik bir medeniyetin ortalama ömrü 10^7 yıl ise, hâlihazırda 10^6 bu tür medeniyet bulunacaktır; galaksimizde onlardan 10^5 yıldız başına bir tane düşecektir. O zaman en yakın medeniyet yaklaşık 300 ışık yılı uzaklıkta olacak, bu da yavaş bir ikili iletişimi mümkün kılacaktır. Ama o medeniyetin ileri teknolojiyi geliştirdikten sonraki yaşı bizim 10^2 yılımızla kıyaslandığında büyük ihtimalle $1/2 \times 10^7$ yıl olacaktır. Oradaki zeki varlıklar –hem teknik hem de politik açıdan– muhtemelen tahayyül edemeyeceğimiz kadar bizden ileride olacaklardır. Bu durumda bizimle iletişim kurarak ne kazanacaklarını anlamak zordur.

Eğer tüm bu tahminler doğruysa, galaksimizde oldukça seyrek biçimde dağılmış, 10^2 ile 10^6 arasında başka gelişmiş medeniyet olabilir. Bu rakamlar, ondan fazla bilim adamı grubunu, yıldızlardan gelecek radyo frekanslarını –bu çabalarının meyve vermemesi ihtimaline rağmen– 1960'lardan beri dinlemeye teşvik etmek için yeterlidir. Şimdiye dek herhangi bir mesaj saptama başarısına ulaşılmamışsa da bu uğurdaki çaba devam etmektedir.

EVRE

Bir dalganın evresi, onun belirli bir noktaya ulaşma zamanının bir ölçüsüdür. Dalgalar büyüklükleri veya güçleri –teknik ifadeyle genlikleri– ve frekansları –belirli bir zamandaki titreşim sayıları– ile nitelendirilir. Bir dalganın boyu ilave bir özelliktir ve doğrudan frekansla ilişkilidir. Belli bir hızda dalganın boyu ne kadar uzun olursa frekansı o kadar düşük olur.

İki dalga aynı genliğe ve frekansa sahip olabilir ama birbirleriyle aynı veya farklı evrelerde bulunabilirler. İki dalganın tepeleri, aynı yere tam olarak aynı zamanda ulaşıyorsa onlara "eşevreli" denir. Ama birinin tepesi diğerininkinin çukuruyla oraya ulaşıyorsa, onlara kesin olarak "evre dışı" denir.

Su ve havadaki dalgalar ya da ışık gibi elektromanyetik dalgalar buluştuğunda, birbirlerini ya güçlendirirler veya sönümlendirirler. Buna girişim denir. Özdeş iki dalganın tepeleri eşevreli bir şekilde buluşma noktasına varmışsa büyüklükleri iki katına çıkar. Eğer onlar tamamen evre dışı iseler, sönümlendirici girişim neticesinde birbirlerinin etkilerini yok ederler.

Rıhtıma yanaşmış bir bota çarpan dalgalar onun teknesinden yansıyıp arkalarındaki alanda buluşurlarsa, sonuçta çeşitli evrelerde bulunan dalgaların buluştuğu karmaşık bir girişim modeli ortaya çıkar. Bazı dalgalar diğerlerinin etkilerini sönümlendirirken başkaları artıracaktır.

Evre kavramı genelde salınım hareketlerine uygulanır bu nedenle Ay'dan fazlara sahiptir diye söz edilebilir. Kuantum sistemlerinde HEİSENBERG BELİRSİZLİK İLKESİ dolayısıyla, bir dalgadaki kuantumların fazı ve sayısı birbirini tamamlar. (Bkz. TAMAMLAYICILIK) Aynı anda her ikisi birden kesin değerler alamazlar. Bu yüzden kuantum EŞEVRELİLİK'i, klasik eşevrelilik örneklerinden hassas bir şekilde ayrılır.

EYLEMSİZ REFERANS SİSTEMLERİ

Newton'un eylemsizlik yasası, üzerinde bir kuvvet etkili olmadığı sürece, bir cismin sabit hızla (sabit hız ve yön) harekete devam edeceğini belirtir. Bundan dolayı gezegenler sürekli hareket eder; eylemsizlikle birlikte kütle çekimi. Bir top, sürtünme kuvvetleri onu durduruncaya dek yuvarlanır. Yine bundan dolayı bizler, içsel bir çaba ya da bir dış kuvvetin etkisinde kalmadığımız sürece, alıştığımız (eylemsiz) davranışlar sergileme eğilimine sahibizdir.

ÖZEL İZAFİYET'te, IŞIK HIZI da dahil olmak üzere, fizik yasaları her eylemsiz referans sisteminin (sabit hızla yol alan her uzay-zaman sistemi) içinde aynıdır. Dolayısıyla hızını değiştirmediği (ivmelenmediği) sürece kapalı bir trenin veya bir asansörün duruyor mu yoksa hareket mi ediyor olduğunu söyleyemeyiz. Hız değişikliğini bir kuvvet olarak hissederiz. Farklı eylemsiz referans sistemlerinin sunduğu perspektifler, kütle, uzunluk ve zamanın ölçümleri için farklı kayıt sistemlerini kullanır ama onların hepsi eşit derecede geçerlidir. (Bkz. İZAFİYET VE İZAFİYETÇİLİK)

GENEL İZAFİYET, eylemsiz olmayan, dönen ya da ivmeli hareket eden referans sistemleri ile ilintilidir. Bu sistemlerde fizik yasalarını karmaşıklaştıran belirgin kuvvetler (örneğin merkezkaç kuvveti) hissedilir. Einstein, bu eylemsiz olmayan referans sistemlerinin tanımıyla kütle çekimsel kuvvetlerini birleştirmiştir.

FAZ GEÇİŞLERİ

Faz geçişi, bir maddenin iç düzeni çarpıcı bir değişim geçirdiğinde gerçekleşir; buzun erimesi veya suyun buharlaşması gibi. Katı bir maddenin içindeki atomlar, kafes yapısı şeklinde muntazam bir düzen içindedir. Atomlar arasındaki yerel kuvvetler, titreşim halindeki bir atomu normal konumuna çeken küçük yaylar gibi işlev görürler. Katı madde ısıtıldığında sıcaklığı artar; atomlar daha fazla titreşir. Sıcaklık belirli bir kritik noktaya ulaştığında, faz değişimi gerçekleşir. İlave ısıya rağmen katı maddenin sıcaklığı artık artmaz çünkü gelen ısı enerjisi, atomları kafes yapısı içinde tutan bağların koparılması için kullanılır.

Bu faz esnasında, atomlar ayrılır ve daha serbest hareket etmeye başlarlar, her ne kadar komşu atomların etkisini hâlâ hissetseler de. Sonuç yeni bir fazdır, sıvı fazı. Bir kez faz geçişi tamamlandığında, ne kadar ısı eklenirse sıcaklık da yine o kadar artar. Sıvı buharlaşmaya başlayıp gaza dönüştüğünde yeni bir faz değişikliği gerçekleşir. Yine, gelen ısı atomları hareketlendirir; onları komşularına çeken zayıf bağları koparır.

Isıyı kullanmanın yanında, faz değişimleri basınçla da gerçekleştirilebilir. Bir gaza basınç uygulandığında sıvılaşır. Yeterli miktarda yüksek basınç sıvıları katılaştırır. Katılar, sıvılar ve gazlar arasındaki faz geçişleri, düzen dönüşümleridir, bir düzeni diğerinden ayıran sınırı geçen devinimlerdir.

Faz geçişinin çeşitli türleri vardır. Örneğin, karbon elementi, atomların kristal bir yapı içinde düzenlendiği parlak ve sert bir elmas olarak bulunur. O ayrıca atomların düz düzlemler boyunca uzandığı siyah ve yumuşak grafit olarak da bulunabilir. Yeryüzünde gerçekleşen aşırı yüksek bir basınç grafitten elmasa faz geçişine yol açabilir. Sülfür ve kalay gibi maddeler değişik fazlarda bulunabilirler. Her faz belirli fiziksel dış yapıyla nitelenir. Demirin manyetikleşmesi, normal metallerin SÜPER İLETKENLER'e, sıvıların SÜPER SIVILAR'a dönüşmesi de faz geçişleridir.

FELÂKET TEOREMİ

Bardağı taşıran son damla, buzun erimesi, bir ampulün yanması, gelişen bir embriyon, bir kırılım dalgası, mahkûmların ayaklanması, iştahsızlık, süpersonik şok dalgaları, nabız, bir

çay fincanındaki güneş ışığı şekilleri, mısırın patlaması, tüm bunlar, Fransız matematikçi Rene Thom'un felaket teoremi diye adlandırdığı teoremin örnekleridir. 1960'larda geliştirilen teorem, evrendeki astronomik sayıda ani, doğal, sosyal, psikolojik ve ekonomik değişimleri yalnızca yedi temel "felaket" altında toplamaktadır.

Yukarıdaki olgular, bir sistemi yöneten denklemlerin işlemez hâle geldiği bölgeler olan "tekillikler"in örnekleridir. Lastik bir tabakanın sünmesi tek bir matematiksel denklemle tanımlanır: Bir balona az miktarda bir hava üflendiğinde, denklemler lastiğin nasıl genleştiğini betimler, hatta balonun yüzeyinin nasıl genişlediğini de. Daha fazla hava üflendiğinde, denklemler ilave bir genişlemeyi de tahmin eder; ta ki kritik bir hacme ulaşıldığında, lastik yırtılıp balon patlayana değin. Tam bu noktada, balonun düzgünce şişmesini yöneten denklemlerde bir tekillik oluşur. Denklemler geçersizleşir.

Önceden normal olan bir davranışın aniden, feci bir şekilde bozulması –patlayan balonun veya hapishane ayaklanmasının ayırıcı özelliği– ilk bakışta bilimin alanının dışındaymış gibi görünür. Ne var ki Thom, bu türden çeşitli felaketlerin "şekiller"ini gruplandırabilmiştir. Şekiller ve yüzeylerin esneme ve biçim bozumuna uğrama tarzıyla ilgilenen bir matematik kolu olan topolojiyi kullanarak, tüm makul ve basit tekillikleri –sıçrayışlar, süreksizlikler ve beklenmedik değişimler– yedi "temel felaket" altında sınıflandırmıştır. Bu yolla, çok sayıda farklı feci değişimlerin belirgin çeşitliliğinin ardında, doğada umulmadık bir birliğin olduğunu göstermiştir.

Doğal, toplumsal ve ekonomik sistemler, iç kuvvetler tarafından işletilir ve onların davranışı uygun denklemlerle tahmin edilebilir. Ancak bu sistemler kendi etkilerini sergileyen bir çevrede de mevcut olabilir. Thom bir sistemi iten veya çeken dış unsurları, "kontrol değişkenleri" diye adlandırır. Kontrol değişkenlerindeki küçük değişimler genelde sistemin davranışında ufak değişimlere yol açar ama kimi kritik durumlarda radikal, feci bir değişim meydana gelebilir.

Sahil şeridinde ilerleyen bir arabanın bir eğimin tepesine ulaşıp oradan bir vadiye dikine düştüğünü düşünelim. Hafif bir deprem yolların şeklini az da olsa değiştirebilir. Kontrol değişkenlerin-

deki bu değişim, araba bir viraja yaklaşırken hızında ufak bir değişime yol açar. Araba hafif yolundan saptırıldığında da hızı küçük oranda değişir. Yolun şeklinde (kontrol değişkenleri) meydana gelecek çok çeşitli yavaş değişimlere karşılık arabanın hızında da bir değişim olacaktır.

Yolun biçiminin bozulması kritik bir noktaya kadar devam eder, o noktada araba aniden yoldan çıkar, havaya uçar ve farklı bir bölgeye düşer. Bu kaza Thom'un temel felaketlerinin en basit olanıdır. O bunu kırma felaketi diye adlandırır. Bir okun veya yayın kırılana kadar çekilmesi de buna örnektir.

Sıradaki felaket düzeyi, "zirve felaketi," diğer bir sürü ani değişimi kapsar. Birbirine yaklaşan iki köpek havlamaya başlar ve öfke işaretleri gösterir; ta ki iki köpekten biri arkasını dönüp kaçmaya başlayana değin. Bu zirve felaketine bir örnektir. Zirve felaketi iki olası sonucu içeren kararsızlıkları barındırır, manik depresyon ve karar verme süreçleri gibi. Thom'un felaket teoremi, doğal ve sosyal sistemlerde vuku bulan işleyiş ve yapılardaki olası çeşitli ani değişimleri sınıflandırmanın güçlü bir yoludur.

Thom'un teoremi, başta büyük bir şevkle karşılanmasına rağmen zamanla gözden düştü. O, ani değişimleri sınıflandırmak için faydalı bir çerçevedir ama niceliksel veya tahmine dayalı değildir. Bu alanla ilgili başka yaklaşımları öğrenmek için bakınız: KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON; KARMAŞIKLIK; LİNEER OLMAMA; FAZ GEÇİŞLERİ.

FERMİYONLAR VE BOZONLAR

Paralar ve programlar veya bilardo toplarıyla onların düzenleniş biçimleri arasındaki farkı anlamak zor olabilir ancak fizikçiler kuantum cisimlerinin değiştirilmesi üzerinde fiili deneyler yapmışlardır. Bazıları paralar (parçacıklar) gibi hareket ederken, bazıları da daha çok örüntüler (dalgalar) gibi hareket eder, ne var ki hiçbiri tam klasik bir dengine sahip değildir. BOZONLAR ve FERMİYONLAR iki farklı kuantum cismi olarak bilinir ve onların özdeşlik bağlamındaki davranışı kuantum dalga/parçacık ikiliğinin tarafsızlığını yansıtır. İki fermiyonun değiştirilmesi, para örneğinde olduğu gibi, şeylerin farklı bir durumda bulunmasıyla sonuçlanır oysa iki bozonun değiştirilmesi bu sonucu doğurmaz.

Fermiyonlar katı maddeleri oluşturan tüm parçacıkları –elektronlar, protonlar ve nötronlar– içerir. Sıralar, sandalyeler ve insan bedenleri fermiyonlardan oluşmaktadır. Bozonlar ise, evrenin temel çekim kuvvetlerini oluşturan kuantumları ("parçacıkları") içerir. Işık dalgalarının fotonları, elektromanyetik kuvvetler, güçlü ve zayıf çekirdek kuvvetleri ve eğer kuantumdan ibaretse kütle çekimi, bozonlardan oluşmaktadır. İki aynı fermiyon asla aynı durumu işgal edemez (Pauli dışarlama ilkesi); bu yüzden katı madde katıdır ve kimyasal elementler ile madde formları bu derece zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Fermiyonlar "antisosyal"dirler; birbirlerini iter ve aralarındaki mesafeyi korurlar. Öte yandan iki veya daha fazla bozon aynı durumu işgal edebilir. Bunlar hayli "sosyal"dirler; bu yüzden büyük ölçekli kuvvetler mevcut olabilmekte ve şeyleri birbirine bağlayabilmektedir. Yine bu, lazer ışığı gibi özel bir güce sahip bir olguyu da açıklar. Milyonlarca foton tek bir durum içinde bulunabilir –yani aynı özdeşliği paylaşır– ve lazer demeti, adeta dev bir fotondan yapılmış gibi davranır.

"Bir toplu iğnenin başında kaç tane melek dans edebilir?" şeklindeki ortaçağa ait bu soru özdeşlikle ilgilidir. Melekler kimliğe sahip midir? Modern söylemle soru şu şekilde ortaya koyulabilir; melekler fermiyonlardan mı yapılmıştır yoksa bozonlardan mı? Kişisel kimliğe ilişkin sürgit felsefi soru –"Ben sen olsaydım sen de ben, değişen bir şey olur muydu?"–, kişiler en iyi şekilde bozonlarla mı yoksa fermiyonlar mı tanımlanabilir şeklinde de sorulabilir.

FERMİYONLAR

Fermiyonlar, tüm maddeyi kuşatan temel parçacıklardır. Karşıtları, kuvvet ya da ilişki parçacıkları olan BOZONLAR'dır. (Bkz. İkinci bölümdeki makale D. KOZMİK KUBBE)

Temel fermiyonlar, kuarklar ve leptonlar, 1/2 kuantum spinine sahiptirler ki bu, onların açısal momentumunun matematiksel bir ifadesidir. İki kuarktan oluşan mezonlar spinlerin paralel olup olmamasına bağlı olarak 1 ya da 0 spin değeri alırlar. Bileşik yapılarının görülemeyeceği kadar geniş bir mesafede bozonlar gibi davranırlar. Aynı şekilde atom çekirdeği ya da atomların kendileri bozonlardan veya fermiyonlardan oluşabilir.

Fermiyonlar Fermi-Dirac istatistiğine uyarlar. (Bkz. SPİN VE İSTATİSTİK.) Sadece bir fermiyon bir durumda bulunabilir; dolayısıyla birbirlerine çok yakın hâle getirilmelerine direnirler. Toplanmaya dönük bu hoşnutsuzluk maddenin katılığını açıklamaktadır. Tartışmalı BÜYÜK BİRLEŞİK TEOREMLERinde temelde sadece bir çeşit fermiyon ve bir çeşit bozon vardır. Bu parçacıkların bizim düzeyimizde gördüğümüz çeşitliliği, SİMETRİNİN BOZULMASI'ndan kaynaklanmaktadır ki bu, kuantum olasılıklarından oluşan simetrik bir kümenin asimetrik bir kümeye dönüştüğü bir süreçtir: Herkese kazanma şansı veren ve sonunda bir kesin kazananı çıkaran bir piyango gibi.

FORMEL HESAPLAMA

Formel hesaplama ilkeli (algoritmik) bir şekilde, adım adım ilerleyen, tüm seri bilgisayarların kullandığı bir bilgi işletimidir. Bu, pek çok bilgisayar öğelerinin birbiriyle bağlantılı olduğu ve aynı anda pek çok düzeyde hesapların yapıldığı, SİNİRSEL ŞEBEKELER'in kullandığı paralel işlemle tezat oluşturur. Formel hesaplama kaydedilen insan düşüncesi kadar eskidir ve bilinen ilk seri işlem "bilgisayar"ı abaküstür.

Formel hesaplamanın matematiksel teoremi soyuttur ama onun bir seri işlem sistemi içinde yürütülmesi çok basit bir örnekle açıklanabilir. A, B, C ve D diye adlandırılmış dört büyük çömlekten oluşan bir Taş Devri "bilgisayar"ını hayal edelim. Her çömlek sıfır, bir, iki veya herhangi bir sınırlı sayıda taşı taşıyabilmektedir. Dört çömlek yerde pek çok taşın bulunduğu bir mağarada bulunmaktadır. "Bilgisayar" sistemi, üzerinde komutların yer aldığı listeye –"program"a– göre çalışan bir adam tarafından çalıştırılmaktadır. Bu, her bir çömleğin içinde yer alan baştaki taş sayısı –"veri"– nı değiştirmeye yarayan bir programdır. Adam, elindeki komutlara göre taşları kaydırmayı bitirdiğinde, bir veya daha fazla çömlekte kalan taş sayısı hesabın "sonu" olacaktır.

Taş kaydırma programının komutları basit birkaç komuttan ibarettir. Adam ilk komutla başlar, sonra başka türlü direktif verilmediği sürece sunum sırasına göre her bir komutu izler.

X+ = X çömleğine bir taş ekle (X = A, B, C veya D)

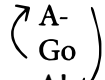
X- = Eğer X'de taş varsa, ondan bir taş al ve onu yere at. X çömleği boş ise, sıradaki komuta göre.hareket et.

X! = X çömleğinin içindekileri gözlemcilere göster.

GO = Bir sonraki komuta git. (Oku takip et.)

Yüksek hızdaki bilgisayarlar da prensipte, çömleklerdeki taşların sırasını değiştirmekte bu sistemden daha karmaşık değillerdir. Modern seri bilgisayar, çömleklerdeki taşlar yerine, transistörlerdeki elektrik yüklerini veya disklerdeki manyetik alanları kullanır ve daha karmaşık, girdi, çıktı ve hafıza yetilerine sahiptir ama hepsi bu kadar. Taş Devri bilgisayarını işleten adamın yerine bir mekanizma, bir merkezi işletim sistemi kolayca koyulabilir. Ama bu derece basit elementlerden her tür insani mantık ve matematik formları inşa edilebilir. (Bkz. CHURCH-TURİNG TEZİ.) Birkaç örnek bunun nasıl yapılacağını Taş Devri bilgisayarının basit işlemleriyle ortaya koyar.

1. A çömleğini boşaltmak için istenen AO işlemini yap.

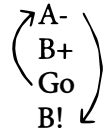


Eğer A boşsa, A-'nin üzerindeki ok A!'ya gider, bu da programı sonlandırır. Diğer durumda, A'dan bir taş alınır. Sonra GO komutu başa döner ve tekrarlanır.

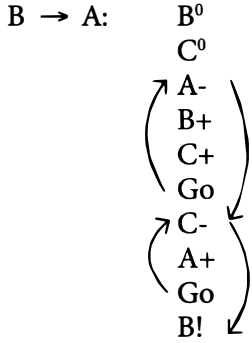
Bu küçük program daha büyük bir programın bir parçası, yani bir "alt program" olarak görünebilir.

2. A ve B çömleklerinin içindekileri toplamak için, B'deki sonuçtan yola çıkarak, istenen işlemi yap:

B → (A + B):



3. A'nın içindekileri B çömleğine kopyalamak için, A'nın içindekileri değiştirmeden bırak, istenen işlemi yap:



Önce, ilk alt program kullanılarak B ve C boşaltılır. Sonra, A dan bir taş alınır, B ve C ye bir taş eklenir. Bu işlem A boşalıncaya kadar tekrarlanır. Bu noktada B ve C baştaki A'nın kopyalarına sahip olacaktır. Sonra C'nin içindekiler tekrar A'ya aktarılır. Bu noktada A baştaki haline dönerken, B onu kopyalamış olur.

Çarpma ve diğer matematiksel işlemler için de programlar yazabiliriz ama yukarıdaki örnekler temel prosedürü açıklamak açısından yeterlidir.

Her hesap makinesi, "makine dili"nin "sembolleri" diye adlandırılan durumlara (örneğin, herhangi bir anda her bir çömlekteki taş sayısı gibi) sahiptir. Örneğimizin ortaya koyduğu basit dil, daha karmaşık programların bir parçasını oluşturabilecek dört "komut"u kapsamaktadır. Komutların daha kullanışlı alt programlar halinde birleştirilmesi, kişisel bilgisayar kullanıcılarının aşina olduğu yüksek seviyeli bir dili meydana getirir. Merkezi işlem birimi (insan veya makine) dört çeşit basit komutu tanımak ve işlemek için kullanılır sadece. Daha gelişmiş, yüklü programlara sahip makinelerde, program ve ilk veriler "bir çömlekteki taş sayısı" olarak depolanır ve sonra gerekli şekilde çevrilip işletilir.

Bilgisayarın şeyleri "bilgi" olarak sunmak için kullandığı semboller ve "dil"den söz etmek yaygın olsa da bunlar metafordur. Bilgisayar bir araçtır. Onun durumları şeyleri kullanıcının bakış açısından sunar. İçerdeki adam (veya makine), John Searle'nin

ÇİN ODASI'ndaki adam gibi, salt çevresindeki taşları talimatlara göre hareket ettirir. Onların neyi temsil ettiğini bilmez. Aslında bir makinenin aynı durumları, dışardaki bir gözlemci tarafından en azından iki farklı şekilde yorumlanabilir.

Varsayalım ki [A], A çömleğindeki taş sayısını temsil ediyor ve [A] + [B] ve [A] x [B] işlemleri tanımlanmış. Dışarıdaki bir gözlemciye göre, [X] depodaki veya iş hesaplarındaki bir sayıyı temsil edebilir. Veya o, mantıksal bir ilişki içindeki bir önermeyi temsil edebilir. Bu durumda, X önermesinin, [X]in sıfır olmadığı takdirde doğru, sıfır olduğu taktirde ise yanlış olduğu, bir dili tanımlayabiliriz.

([A] + [B]), "A veya B nin en azından birisi doğrudur" önermesini temsil eder.

([A] + [B]), "Hem A hem de B doğrudur" önermesini temsil eder.

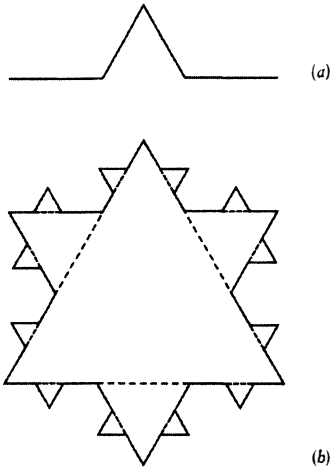
Böylece, bilgisayarın aynı durumu, zeki bir gözlemci veya kullanıcıya göre farklı "anlamlar" ifade eder. Eğer program sonunda boş veya boş olmayan bir çömlekle biterse, bilgisayar bunun ne "anlama" geldiğini "bilmez". Hatta o herhangi bir çömlekte ne kadar taş olduğunu da bilmez. O salt bu ya da şu durum içinde bulunur.

Beyinlerimizin bilinçli hareket etmesini sağlayan fiziksel bir süreç veya özellik muhakkak vardır. Bilinç insanların hesap yapma metodu üzerinde bir etkiye sahip olabilir de olmayabilir de. (Bkz. BİR BİLİNÇ BİLİMİNE DOĞRU.) Bir bilgisayarın durumunun farklı anlamlara gelebileceğini ve onun bilgisayar için hiçbir anlam ifade etmediğini gösteren yukarıdaki argüman, bir bilgisayara, televizyondan veya buzdolabından öte bir kişilik veya bilinç yüklemenin haklı bir gerekçesinin olmadığı gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Bilgisayar, formel bir işlemi yürütmek için o işlemin sembollerini anlamak zorunda değildir.

FRAKTALLAR

Britanya'nın kıyı şeridinin uzunluğu nedir? Bulut nasıl bir şekle sahiptir? İnsanın akciğerinin bir nehir deltasıyla veya kıvırcık lahana sapıyla ortak özelliği nedir? Cevap, boyutsallığın yarıklarına düşen ve kaosu yaratan ilkeler olarak işlev gören, sonsuz karmaşıklığa sahip fraktallardır.

Eski Yunanlılardan beri bilim adamları dünyayı idealleştirilmiş basit şekiller –daireler, üçgenler, küpler, prizmalar ve küreler– ile resmetmişlerdir. Bu söylem içinde, nokta boyutsuzdur; doğru parçası bir boyuta, düzlem iki, hacim ise üç boyuta sahiptir. Ancak pencere camındaki kırağının, metaldeki çatlakların veya engebeli bir dağ patikasının şeklini tanımlamak söz konusu olduğunda, daire veya üçgen ne işimize yarar? MIT'de[4] matematikçi olan Benoit Mandelbrot, tümüyle yeni bir matematiksel tanımlama geliştirmenin kaçınılmaz olduğunu fark etmişti.



Britanya'nın kıyı şeridinin uzunluğu tam olarak nedir? Mandelbrot'un geliştirdiği cevap, ölçümü nasıl yaptığınıza bağlıdır. İlk yaklaşım, bir sürücü haritası ile bir miktar ip alıp ipi haritadaki kıyı şeridinin boyunca uzatmak ve ipin uzunluğundan yola çıkıp haritanın ölçeğini göz önüne alarak kıyı şeridini ölçmektir.

Fakat varsayalım ki daha büyük ölçekli bir harita kullanıyoruz. Daha fazla ayrıntı gösterilecek ve ip, koy ve burunların büklüm ve dönemeçlerini boyunca uzatılmak zorundadır. Bu durumda uzunluk öncekinden daha büyük çıkacaktır. Eğer bir ölçüm aracı alıp kıyıyı boydan boya yürümeye kalkışırsanız, cevap şaşırtıcı derecede büyük olacaktır. Ancak bu gerçek uzunluk mudur?

4. Massachusetts Institute of Technology. (y.h.n.)

Gerçekte değil çünkü ölçüm aracı tüm tümseklerin ortalamasını alır ve koyları göz ardı eder.

Kıyı şeridinin gerçek uzunluğu nedir? Mandelbrot, cevabın, kıyı şeridin şeklinin sonsuz karmaşıklığı nedeniyle sonsuz olduğunu belirtmişti. (Atomik teoremle limit kümesini hesaba katmıyoruz) O zaman kıyı şeridinin uzunluğunu sormak anlamsız mıdır? Mandelbrot, hayır diye cevap veriyor buna. Önemli olan, uzunluk değil, açık ve belirli bir ölçüm verebilecek olan şekildir.

Mandelbrot, bir kıyı şeridinin sonsuz karmaşıklıktaki şeklini fraktal şekil diye adlandırmıştı. Her fraktal, kendisinin içsel karmaşıklığının doğru bir ölçümünü veren bir boyutsallığa sahiptir.

Mandelbrot, bir dağın eğiminin sorulması durumunda da aynı türde bir cevabın verilebileceğini göstermişti. Eğimin değeri, dağa tırmandıkça değişir ve ölçümü nasıl yaptığınıza bağlıdır. Öte yandan dağın fraktal boyutu kesindir. Bulutlar, nehir deltaları, akciğerler, kıvırcık lahana, hava durumu, metallerdeki çatlaklar, bir alıcıdaki elektronik gürültü, yıldızlararası toz, rüzgâr esintileri ve ağaç dalları gibi geniş çeşitlilikteki doğal yapıların tarifini yapmak için, eski Yunanlıların daireler, üçgenler ve piramitleri yerine fraktalları kullanmaya gerek vardır.

Bir şey nasıl fraktal bir boyuta sahip olup düzlem ile hacim arasında veya nokta ile doğru parçası arasında bulunabilir? Bunun tam yanıtı matematikseldir ama basit benzetmeler bize yardım edebilir. Bir ip topunun boyutu nedir? Uzak bir mesafeden bakınca, onun bir nokta, boyutsuz bir şey gibi görüneceği açıktır. Ona yaklaştıkça, bu noktanın üç boyutlu bir küre olduğunu anlarız. Daha da yaklaştığımızda, bu topun tek bir ipten –bükülmüş bir çizgiden, tek boyutlu bir şekilden– oluştuğunu fark ederiz. Daha da yakından bakarsak, ip uzun bir silindire, üç boyutlu bir şekle dönüşür. Bir büyütecin altında silindirin, tek tek liflerden, bükülmüş minik çizgilerden oluştuğu görülür.

O halde ipliğin boyutu nedir?

Boyutla ilgili başka bir örnek verelim. 10.000 tane pirinç satranç masası üzerinde dağıtılsın. Tahta üzerindeki bir doğru parçası 200 tane pirinçten geçer. Şimdi doğru parçasının öyle kompleks olduğunu düşünelim ki geçtiği noktalarda dönemeç ve büklümlerinin sayısınca daha çok pirinç tanesine dokunacaktır. Bu durumda onun tek boyutlu olduğu söylenebilir mi?

Şüphesiz pirinç taneleri sınırlı bir büyüklüğe sahiptir, o halde, tahtanın her boyutsuz noktasından geçecek derecede inanılmaz karmaşıklıkta bir eğri çizebiliriz. Böyle bir eğri vardır, en azından teoride. Peano eğrisi diye adlandırılır ve öylesine karmaşıktır ki düzlemdeki her noktaya dokunur; açıkçası onun boyutu iki olmalıdır, bir değil.

İki ile bir arasında boyutlara sahip farklı fraktal doğruların çizilebileceği ortadadır. Aynı şekilde, şekiller iki ile üç arasında fraktal boyuta sahip (düzlem ve cisim) olabilir. Noktalardan oluşan karmaşık bir toz sıfır ile bir arasında bir boyuta sahip olabilir. Her durumda, "fraktal boyut" doğal bir yapıyı sınıflandırmanın ve onu diğer yapıların şekilleriyle kıyaslamanın özgün bir yoludur. Platoncu cisimler dünyasında, fraktal boyutların yalnız birisi belirir.

Fraktallar enteresan özelliklere sahiptir. Sonsuz derecede karmaşıktırlar, öyle ki herhangi bir detay daha fazla detayı göstermek üzere büyütülebilir ve bu sonsuza kadar gider. Bazı durumlarda öz-benzerlik sergilerler, belli bir şekil giderek büyüyerek kendini tekrarlar. Mandelbrot kendisinin geliştirdiği özel bir fraktaldan –MANDELBROT KÜMESİ– "evrendeki en karmaşık şekil" diye söz eder.

Fraktallar TEKRARLAMA işlemiyle meydana getirilir ve basit bir algoritma kullanılarak bir ev bilgisayarı içinde rahatlıkla türetilebilirler.

Bir örnek vermek gerekirse, bir üçgen çizin ve onun üç kenarının her birini basit bir şekil (türetici) ile değiştirin, sayfa 207 (a)'daki gibi.

Sonuç bir yıldızdır. Sonra yıldızdaki her düz çizgiyi türeticinin bir ölçek küçüğüyle değiştirin, sayfa 207 (b)'deki gibi.

Sonuç bir kar tanesine benzeyecektir. Algoritma sınırsız bir şekilde sonsuza kadar tekrarlanabilir. Kuşkusuz, çizim ve bilgisayar gösterimleri dünyasında, bu işlem sonsuza kadar süremez fakat en azından şeklin herhangi bir parçasını alıp onun detaylarını sürekli büyütebilirsiniz. Nihai şekil sonsuz detaya ve fraktal bir boyuta sahip olacaktır. Meydana getiriliş tarzı nedeniyle o, kendine benzeri türeticinin özgün şekli giderek küçülen ölçeklerde sürekli kendini tekrarlar.

Bu üçgen şekil yapılması en basit fraktallardan biridir. Diğer türler, farklı ölçeklerde durmadan kollara ayrılmak yoluyla

türetilebilir. Böylece nehir deltaları, ağaçlar, akciğerler, sis ve insanın dolaşım sistemine benzeyen şekiller türetilebilir. Doğanın dallı budaklı fraktal yapıları çok farklı formlarda kullanma tarzı sahiden etkileyicidir.

Örneğin, vücudun her kısmına kanın gitmesi meselesini ele alalım. Kan hayatın belirtisidir ancak metabolik açıdan konuşursak, o, öylesine pahalı bir maldır ki insan vücudunun sadece % 3'ünü oluşturmaktadır. Doğa bu kanı vücudun her hücresine ve organına pompalamak için nasıl bir sistem tasarlamıştır? Cevap fraktal kollara ayrılmadır, bu sayede ana atardamarlar, vücudun münferit kısımlarına ulaşmadan önce 8 kez ile 30 kez arasında kollara ayrılır. Dolaşım sisteminin ortaya çıkan fraktal boyutu üçe yakındır.

Akciğerler başka bir tasarım sorununu öne çıkarırlar: kanın akciğerin içindeki havaya maksimum derecede açık tutulması nasıl sağlanacaktır? Bu durumda tekrarlama işlemi on kez yapılır ve sonra aniden dallara ayrılan yeni bir tekrarlama türü ortaya çıkar. Akciğer, dolaşım sisteminden daha karmaşık bir fraktal yapıya sahiptir. O tam olarak kendine benzer değildir çünkü türeticisinin algoritması ölçekten ölçeğe değişmektedir.

Beyin de 2,79 ile 2,73 arasında bir boyutla fraktal bir yapıya sahiptir. Nabız atışlarının düzeni dahi fraktaldır. Bu karmaşık fraktal düzen, muntazam, tekrarlı bir nabza dönüştüğünde, kalpte kan birikmesi bozukluğu belirir. Öte yandan, fraktal hayli kaotik olursa kalp fazla hızlı veya zayıf atmaya başlar. Sağlıklı karmaşıklık ile kaos arasındaki bu ince çizgi beynin elektriksel faaliyetine de açıklık getirir.

Fraktallar toplumsal ekonomik sistemleri tanımlamak için de kullanılır. Borsa, pozitif ve negatif geribildirimler ve öz, denetimlerden oluşan, lineer olmayan karmaşık bir sistemdir. Lineer olmamanın tüm özelliklerini –durgunluk dönemleri, dalgalanmalar ve ani sıçrayışlar ile düşüşler– sergiler. Bazı ekonomistler, borsadaki dalgalanmaların fraktal öz-benzerlik sergileme tarzına dikkat çekmişlerdir. Nedensel incelemeye tabi tutulduğunda gelişigüzel görünen dalgalanmalar, yıllık, haftalık, günlük ve hatta saatlik aralarla kendine benzeyen tekrarlı düzenler sergiler.

Borsa fiyatlarının dalgalanması içinde kuralsız mutlak kaos olarak görünen şey, dalgalanmanın sadece belli olasılıklar serisi

arasında gerçekleştiği determinist kaosun kanıtı olabilir. Bazı spekülatörler saatlik zaman dilimlerinde satın almak ve satmak ve böylece determinist dalgalanmalarla salt gelişigüzellik arasındaki ufak farklılıklardan istifade etmek için fraktallar matematiğini kullanırlar. (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON)

Fraktallar, tekrarlama veya algoritmik işlemler kullanılarak türetilir. Bu işlemlerde bir hesap aşamasının sonucu bir sonraki için GERİBİLDİRİM oluşturur. Bu çeşit tekrarlı geribildirim, determinist kaosun sebebi de olabilir. Hakeza, kaotik sistemlerin işleyişini yöneten tuhaf ÇEKENLER'in tümünün fraktal boyutlara sahip olması rastlantı değildir. Normal sistemler düzenli çekenlerin idaresi altında salınırlar veya hayli tekrarlı davranış sergilerler. Ancak çeken bir fraktal bir boyuta sahipse ne olur? Bu durumda, hareket kaotiktir ve çeken tuhaf çeken diye adlandırılır. Nasıl ki bir fraktal sonsuz karmaşıklık sergiliyorsa, tuhaf çekenin idaresi altındaki hareket de sonsuz karmaşıklığa sahiptir. İlk bakışta, bu tür hareket tamamen düzensiz diye nitelenebilir. Ama onun, bazı davranış biçimlerinin giderek azalan ölçeklerde tekrarlandığı, engin bir karmaşıklığa sahip olduğunu söylemek daha doğru bir niteleme olacaktır.

FRÖHLİCH SİSTEMLERİ

Canlı sistemler, bağdaşıklık ve hücre veya organ boyutlarındaki karmaşık işlemleri koordine etme kapasiteleriyle nitelendirilirler. Fizikçi Herbert Fröhlich, bunun makroskobik kuantum durumlarını içerdiğini ve BOSE-EİNSTEİN YOĞUNLAŞMASI'na benzer bir şeyin göstergesi olduğunu ileri sürmüştür.

Hayatın kendine özgü özelliklerini mekanik etkileşimler ve kısa mesafeli etkileşimlerle açıklamak zordur. Canlı sistemlerin en temel özelliklerinden birisi, enzimlerin hücredeki işlemlere yardım etme biçimidir. Onların etkinliği (enzim tanıma), varlıkların atomik ölçeğinde, oldukça uzun mesafelere uzanmaktadır. Beyindeki işlemler de farklı bölgelerdeki karmaşık etkinliğin koordinasyonunu gerektirir. Bu uzun-mesafeli etkileşimlerin ve koordinasyonun kaynağı nedir?

Moleküler etkileşimler nispeten kısa mesafelidir; buna rağmen SÜPER İLETKENLER ve SÜPER SIVILAR, santimetreler hatta metreler üzerinde astronomik sayıdaki parçacıkların uyumlu

davranışını sergiler. Benzeri bir şey canlı sistemlerde de yürürlükte olabilir mi? Örneğin bilinç, beynin tüm bölgelerinde faal olan tekil kuantum durumlarını içeren bir olgu mudur? (Bkz. ZİHİNLE İLGİLİ KUANTUM TEOREMLERİ.)

Bir süper iletken veya süper sıvıda, sıcaklık (sistemin içindeki kinetik enerji) normalde mutlak sıfıra yakın olmalıdır; böylece gizli çekim kuvvetleri artık sıkışık durumda olmaz. (Yüksek basınç da aynı şeyi yapar. Bkz. NÖTRON YILDIZLARI.) Bir kez çekim kuvvetlerinin etkisi hissedildiğinde, onlar astronomik sayıda parçacığın davranışını koordine etmek üzere harekete geçerler. Sonuç, makroskobik boyutların tek bir dalga fonksiyonu ile tanımlandığı bağdaşık bir sistemdir. Fröhlich, canlı sistemlere metabolik enerji "pompalandığında", benzeri bir şeyin gerçekleşebileceğini öne sürmüştür. Fröhlich sistemleri, makroskobik mesafelere uzanan öz-organizasyon durumlarıdır. (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON) Onlar hücre zarlarında aynı EVRE içinde salınan moleküller olarak modellendirilmiştir. Sonuç, Bose-Einstein yoğunlaşmasına benzer ama aşın düşük sıcaklığı gerektirmez. Aksine o, yeryüzünde bulunan normal sıcaklıklarda gerçekleşir.

Fröhlich sistemleri kavramı, kuşkusuz, hayat faaliyetlerinin koordinasyonuyla ilgili sorulara cevap verir fakat birkaç anlamlı deneye rağmen, yine de genel bilimsel camianın kabulünü bekleyen bir hipotez olarak kalmıştır.

GALAKSİLER

Galaksiler, kütle çekimiyle birbirine bağlı yıldızlarla gaz ve toz içeren yıldızlar arası bir ortamdan oluşan büyük topluluklardır. Görünen evren içinde, yaklaşık 10^7 tane yıldız içeren cüce galaksilerden yaklaşık 10^{13} tane yıldız içeren süper dev galaksilere kadar yaklaşık 10^{10} tane galaksi vardır. Bizim galaksimiz, Samanyolu, yaklaşık 10^{11} tane yıldız içermektedir. Çoğu galaksiler bir bütün halinde döndükleri için ya spiral ya da eliptiktir. Çok azı düzensiz şekle sahiptir. Tüm galaksilerin yaklaşık üçte ikisini oluşturan spiral galaksiler bizim galaksimize benzerler.

Galaksiler evrene düz bir şekilde yayılmamışlardır. Kümeler ve süper kümeler şeklinde bulunurlar ve evrene gözlediğimiz en büyük ölçeklerde "yumru" veya köpük şeklini verirler. Bizim

yerel grubumuz yaklaşık yirmi veya otuz galaksi içermektedir. Onların en büyükleri Samanyolu ile Andromeda galaksileridir. Sahiden çok zengin bir galaksi topluluğu binlerce üyeye sahip olabilir.

Galaksiler ve yıldızlar BÜYÜK PATLAMA'dan yaklaşık iki milyar yıl sonra ilk gaz bulutunun yoğunlaşmaya başlamasıyla meydana gelmiştir. Onların habercileri olan çok daha eskiden gerçekleşen KOZMİK ARKAALAN RADYASYONU'ndaki küçük yerel değişiklikler, yakın zamanda keşfedilmiştir. (Bkz. MİKRODALGA ARKAALANDA BURUŞUKLUKLAR.) Bir galaksinin içindekiler homojen değildir. Genelde açık kümeler oluşturan çok çeşitli YILDIZLAR vardır. Kümelerin üyeleri birkaç tane olabildiği gibi binlerce de olabilir. Bir kümedeki yıldızlar yaklaşık aynı zamanda aynı yerel gazdan meydana gelirler. Ayrıca galaksi de yerelleşmiş gaz (başlıca hidrojen) ve toz (ağır elementler) bulutları da vardır. Yıldızlar, yıldızlar arası ortamı kendilerinden çıkan yüklü zerrelerin cereyanı ve gelişmelerinin bir evresindeki bir patlamayla zenginleştirirler. (Bkz. SÜPERNOVALAR.) Yıldızlar arası ortam, sonuçta yoğunlaşarak yeni bir yıldız soyunu ortaya çıkarır. Galaksi aynı zamanda temel parçacıkları rölativistik hızlara dek hızlandıran güçlü manyetik alanlar da bulunur. Bunlar kozmik ışınlardır.

Galaksilerin küçük bir bölümü aktiftirler; küçük bir galaksi çekirdeğinden değişik dalga boylarında devasa miktarlarda enerji üretirler. Çeşitli aktif galaksiler mevcuttur; en dikkat çekeni çok parlak ışık yayan Seyfert galaksileri ile radyo dalgaları yayan radyo galaksileridir. 1960'larda keşfedilen KUASARLAR noktasal görünürler. Onlar, bizim göremeyeceğimiz kadar uzakta olan galaksilerin aktif çekirdekleri olabilirler. Nükleer fizik böylesine müthiş enerji içeren olguları, gazların üzerinde biriktiği süper yoğun KARA DELİKLERİ açıklayamamaktadır. Bizim kendi galaksimiz bizden toz sayesinde saklanan, çok daha küçük, bir aktif çekirdeğe sahiptir.

GAUGE ALANLARI

Gauge alanları, uzay-zamandaki farklı noktaları birleştiren yollar, fiziksel kuvvetin doğasını açıklar. Varsayalım ki manyetik Kuzey Kutbu olmayan bir gezegeni ziyaret ettiniz. Pusula ibreniz

döner ve sonunda durur. Boyanmış ucu kuzey veya güney olarak adlandırmak artık tamamen size kalmıştır. Yeni bir yere geçin, yine aynı belirsizlikle karşılaşırsınız. Bir yerde başvurduğunuz kuzey veya güney hakkındaki uzlaşım ile bir başka yerdeki uzlaşım arasında hiçbir bağlantı yoktur. Başka bir deyişle, tüm yönler manyetik olarak eşittir. Başka bir deyişle, uzay izotropiktir. Yeryüzünde, uzlaşım çok önemlidir. Pusulanın bir ucu her zaman manyetik Kuzey Kutbunu gösterdiği için, yerden yere değişmeyen hep aynı uzlaşıma sahip olmak, her zaman işaretli ucu "kuzey" diye adlandırmak önemlidir. Tekniksel açıdan konuşursak, aynı kutuplar birbirini ittiği için, pusulanın "kuzey" ucu aslında "kuzeyi arayan kutup", yani manyetik güney kutbudur.

Manyetik bir alan, uzayda mıknatısları yönlendirmek için doğanın uzlaşımı olarak düşünülebilir. Fizikçiler bunu Gauge alanı diye adlandırır ve söz konusu alan, manyetik bir kutbun uzaydaki bir noktadaki yönelimini başka bir noktaya bağlar. Benzeri bir uzlaşım, elektrik yüküne de uygulanır. Fizikçiler elektronun eksi yüklü olduğuna karar verdiklerinde, Gauge alanları, eksi yükler ile artı yükler arasındaki tutarlı bir uzlaşımın uzayda korunmasını sağlamıştır.

Bir Gauge alanının varlığı, SİMETRİNİN BOZULMASI'nın özel bir türünü temsil eder. Boş uzay isotropik –her yönden aynı– ve homojen –her noktada aynı– dir. Bir Gauge alanı, uzaydaki kimi yönleri veya soyut bir izouzayı, ayrıcalıklı diye seçer. Gauge alanı kuantum alanı olduğu için, onun kuantum salınımları BOZONLAR ve dolayısıyla her bir özel alanla bağlantılı kuvvetin taşıyıcılarıdır. Gauge alanıyla bağlantılı kuantum parçacıkları kütlesizdir ve elektromanyetik alanın kütlesiz parçacıkları fotonlardır. Zayıf bir izospin –zayıf kuvvetin Gauge alanı– söz konusu olduğunda, ilave kuramsal mülâhazalar hesaba katılmalıdır. Gauge alanının taşıyıcıları –onunla bağlantılı parçacıkların orta vektör bozonlar diye adlandırıldığı– bu durumda kütleye sahip olurlar.

İlk Gauge teoremi KUANTUM ELEKTRODİNAMİĞİ idi. Bu teoremin, daha sonra tüm diğer kuvvetlerin –kütle çekimi, zayıf kuvvet ve renk kuvveti– kaynağına uygulanabildiği kanıtlanmıştır. Bu teorem, modern parçacık fiziğinin temel kavramlarından biridir.

GAİA HİPOTEZİ

Gaia Hipotezine göre, tüm dünya canlı bir varlıktır. Bedenlerimiz her biri kendi özel görevini yapan organlardan –kalp, karaciğer, bağırsaklar, beyin, mide vb– oluşur. Tek tek organlar bir ölçüde özerk olsalar da aynı zamanda tüm bedene hizmet etmek için de uyumlu çalışırlar. Aynı şekilde, karınca yuvası karınca fertlerinden oluşur; buna rağmen koloniye hizmet için her üye oldukça işbirlikçi bir tarzda çalışır. İşbirlikçi yapılar doğada çok yaygındır (Bkz. ORTAK EVRİM) ama bu kavram tüm gezegen için geçerli olabilir mi? Atmosfer bilimcisi James Lovelock, bakteriden insana kadar her türün, Gaia diye adlandırdığı tek bir işbirlikçi sistemin bir parçası olduğunu düşünmektedir.

Diğer gezegenlerdeki hayat için kanıt saptama amaçlı NASA projesinin bir parçası olarak, Lovelock, dünyayla ilgili bir araştırma yapmış ve dünyanın atmosferinin ve okyanusların muhtevasının, fizik ile kimyanın dayattıklarından çok farklı olduğunu keşfederek şaşkınlığa uğramıştır. Örneğin, okyanusları ele alalım. Her yıl milyonlarca tonluk tuz yeryüzünden süzülerek ırmaklara oradan da denize karışır. Bu yıllık ilaveye rağmen dünyadaki denizlerin tuz seviyesi sürpriz bir biçimde sabittir. Bu seviyeyi koruyan ve ayarlayan bir şey olmalıdır.

Aynı şekilde, atmosferimizdeki oksijen, karbondioksit ve amonyak miktarı şimdiki oranlarından çok farklı olmalıydı. Yine, bir şey dünyanın atmosferini kararlı, denge noktasından uzak bir halde tutmaktadır. Ayarlayıcı sistem, Lovelock'a göre, hayatın kendisidir.

Bedenlerimiz ve diğer canlı sistemler homeostasis, dışsal dalgalanmalara rağmen kararlı içsel koşulları devam ettirme yetisi tarafından nitelendirilir. Havanın durumu değişse bile bedenimizin sıcaklığı aynı kalır; kanımızın tuzluluk oranı da. Lovelock'a göre, dünyanın kendisi de hayatın işbirlikçi faaliyetiyle oluşan bir homeostasis hali içindedir.

Nasıl ki insan vücudu her türlü havada sabit bir sıcaklığı koruyorsa, güneşin sıcaklığı % 30'lara kadar artsa bile yeryüzündeki koşullar fazla değişmez. Okyanustaki plankton gaz yayar. O gaz da kimyasal bir tepkimeyle atmosferdeki aerosol parçacıklarına dönüşür. Bu parçacıklar sayesinde su buharı yoğunlaşıp bulutları oluşturur, onlar da sonuçta güneşin ısısının çoğunu

geri yansıtarak yeryüzündeki hayatı normal düzeyde tutarlar. Eğer güneşten gelen ısı azalsaydı plankton faaliyeti ve sonuçta bulutların yoğunluğu da azalırdı. Eğer artsaydı daha kalın bir bulut kaplaması yaratılırdı. Sonuç kararlı bir yüzey sıcaklığıdır.

Eğer Gaia bugün bir homeostasis hali içinde mevcutsa, Lovelock'a göre o, zengin hayatı mümkün kılacak şekilde evrim geçirmişti. Uzun zaman önce atmosferde çok az oksijen vardı ve hayat da özellikle basitti. Bu aşamada, koyu mavi bakteriler ancak büyük ölçekli gezegen mühendisliği diye adlandırılabilecek bir işlemle çok miktarda oksijeni atmosfere pompaladılar. Artan oksijen oranı, atmosferi koyu mavi bakterilerin kendileri için zehirli yaptı ancak onların farkında olmadan yaptıkları fedakârlık yeni ve daha karmaşık hayat biçimlerinin ortaya çıkmasını sağladı. Bugün, yeryüzünün her yerindeki hayat biçimleri onun "hayati işaretler"ini ayarlamakta ve her sapmayı düzeltmek için harekete geçmektedirler.

Kuşkusuz, gezegenin sistemi (Bkz. SİSTEMLER TEOREMİ), tek bir organizmanın sistemi gibi, pek çok GERİBİLDİRİM halkasıyla dengede tutulmaktadır. Ama benzetme çok ileriye götürülmemelidir. Organizmalar rekabet ve ayıklanma yoluyla evrimleşmişlerdir; bir bütün olarak Gaia bunu yapmış olamaz. Gaia olası pek çok kararlı veya kararlılık ötesi hallere sahip olabilir; şimdiki hali ve oksijenin çok olmadan önceki hali de dahil olmak üzere. (Bkz. KARMAŞIKLIK) Sistemimizi benzersiz biçimde ayrıcalıklı olarak görmek için bir sebep yoktur.

GENEL İZAFİYET

1916'da, Albert Einstein kütle-enerji ile uzay-zamanın yapısı arasında bir etkileşim olduğunu öne sürdü. Kütle-enerji uzay-zamanda "eğrilik" üretir –yani o düz, Öklit uzayından sapar– Eğri uzay-zaman da sonuçta içinden geçen kütle-enerjinin yollarını değiştirir.

Düz bir çayırın iki boyutlu uzayını düşünün. Çayır düz olduğu yerde, bir top onun üzerinde dosdoğru bir hat boyunca sabit bir hızla –sürtünmeyi ihmal edersek– yuvarlanıyor. Bu durum boş uzaya tekabül eder. Ancak varsayalım ki çayıra konulmuş bir kütlenin etkisi yerel hafif bir baskı, etrafındaki "uzayda" bir "eğrilik" oluşturdu. Bu durumda onun yanından yuvarlanan

bir top önceki dosdoğru yolundan kütleye doğru sapacaktır. Buradaki etki kütleçekimsel etkiyle aynıdır. Einstein bir teorem ortaya atarak, dört boyutlu uzay-zamanı güzel ve zarif denklemlerle tarif etmişti. Onun teoremi, kütleçekimi yerine, kütlelerin yakınındaki uzay-zamanın geometrisinde ki değişimleri ortaya koyuyor.

Yeni bilimsel bir teoremin değerli olup olmadığını test etmenin bir yolu onun bize ilave tahminler sunup sunmadığını ortaya çıkarmaktır. Genel İzafiyetin tahminleri Newtoncu kütle çekiminin tahminlerinden ne yönde farklıdır? Bariz olan biri, eğik uzayın sadece maddeyi değil kendisinden geçen ışık ışınlarını da yollarından saptıracağıdır. Dolayısıyla uzak bir yıldızdan gelen ışık güneşin yanından geçerken sapacaktır. Newtoncu fizik benzer bir etkiden söz eder ama sadece yarısını. 1919'daki bir güneş tutulması sırasında uzak bir yıldızdan gelen ışığın ölçülen sapması, Einstein'ın teoremine uluslar arası bir onay kazandırdı. Zamanın teknolojisiyle bir başka deneysel doğrulama mümkündü; Merkürün yörüngesindeki bir anormalliğin açıklanması. Bu da başarıyla yapıldı.

Prensipte, Genel İzafiyetin öngördüğü uzay eğriliği geometrik olarak ölçülebilmelidir ama pratikte, düz, Öklitçi uzaydan gerçek sapmalar, normal koşullar altında ölçemeyeceğimiz kadar küçüktür. Öklit'in belirttiği gibi küçük bir üçgenin iç açılarının toplamı 180 derecedir. Dolayısıyla gündelik ölçüde, Genel İzafiyetin tahminleri çok az uygulamaya sahiptir. Ne var ki tepesi Kuzey Kutbunda olan ve diğer iki köşesi ekvatorda bulunan, yeryüzü ölçeğinde bir üçgene sahip olsaydık, bu üçgen üç tane dik açısı olabilirdi. Dosdoğru gitmek suretiyle "düz" yeryüzünü dolanabileceğimizi biliyoruz. Genel İzafiyet denklemleri bir bütün olarak evrenin büyük ölçekli yapısı (Bkz. İZAFİYETÇİ KOZMOLOJİ) ve uzay-zaman eğrisinin kayda değer oranda büyüdüğü çok yüksek enerji durumları (Bkz. KARA DELİKLER) hakkında devrimsel tahminlerde bulunmaktadır. Etkilerinin günlük hayatta "gerçek-yaşam" tecrübesi olmayan Einstein'ın uzay-zaman eğriliği teoremi, o zamanlar önemli varlıkla ilintili görünmüyordu.

1960'lardan sonra, gelişmiş teknoloji Genel İzafiyetin astronomi ve fizikteki rolünü hayli artırdı ve geçerliliği için çok

sayıda deneysel test sağladı. Gezegenlerin ve yapay uyduların radar sıralaması olası yörüngelerine ilişkin yüksek doğrulukta ölçümlere imkân tanıdı. Işığın kütleçekimsel olarak kızıla kayması dosdoğru ölçüldü. KUASARLAR, pulsarlar, (Bkz. NÖTRON YILDIZLARI), kara delikler, kütleçekimsel mercekler ve KOZMİK ARKAALAN RADYASYONU'nun keşfi Genel İzafiyetle ilintiliydi. Teoremin en doğru testi şimdi çiftli pulsar sayesinde gerçekleştirilmektedir. Bu noktada da gözlemler tahminlerle 12 veya daha fazla basamakta uyuşmaktadır.

Bugün Genel İzafiyet, şimdiye dek en doğru yollarla kanıtlanmış iki fizik teoreminden biri olan KUANTUM ALAN TEOREMİ ile yarış içindedir. Öte yandan bu ikisi tam olarak birleştirilmemiştir. (Bkz. KUANTUM KÜTLE ÇEKİMİ) Ayrıca, Genel İzafiyetin öngördüğü ve çiftli pulsarın adım adım yavaşlamasının dolaylı yoldan işaret ettiği kütleçekimi dalgalarını doğrudan saptamak şimdilik kapasitemizin ötesindedir.

GENİŞLEYEN EVREN

BÜYÜK PATLAMA teoremine göre, evrenimiz neredeyse sonsuz yoğunluktaki nokta tekilliğinden düzenli şekilde genişlemektedir. Bu genişleme kütle çekimi tarafından yavaşlatılmaktadır ama onun sonsuza kadar genişlemeye devam mı edeceği yoksa bir gün geriye dönüp "Büyük Sıkışma" mı yaşayacağı, varsayıma açık bulunmaktadır.

Newtoncu bir uzay modelinde Büyük Patlama, kozmosun parçalarını, daha önce mevcut olan mutlak bir uzaya her yönden gönderen bir patlamaya benzerdi. Şimdi bunun doğru olmadığını biliyoruz. GENEL İZAFİYET'te, madde, enerji, uzay ve zaman ayrılmaz bir biçimde birbirlerine bağlıdır ve tümü Büyük Patlama'da yaratılmıştır. Vuku bulanın daha doğru bir modeli, şişen bir balondur. Eğer balonun yüzeyini uzay, evrendeki galaksileri de yüzeyde yavaşça sürünen bir sürü böcek olarak düşünürsek, galaksilerin birbirinden uzaklaşmalarının, biriken parçaların uzayda dağılmasından değil de uzayın genişlemesinden kaynaklandığını anlarız.

Büyük Patlama'dan önce ne oldu sorusu, çok çekici olsa da bilimsel açıdan anlamsızdır. Bizim bildiğimiz zaman o anda yaratıldığı için, ondan "öncesi" yoktur. Bazı dindar düşünürler,

Tanrı'nın, evreni Büyük Patlama anında yarattığını düşünmektedirler. Stephan Hawking de dahil olmak üzere bazı bilim adamları ise evrenin, daha önce mevcut olan bir "vakum"dan bir kuantum dalgalanması olduğunu savunmuşlardır. (Bkz. KUANTUM VAKUMU) Ama kesin olan bir şey varsa o da evrenimizin statik olmadığı, tasavvur edilemez derecede şiddetli bir başlangıçtan evrildiğidir.

GERİBİLDİRİM

Yeni bir ürün niçin rakiplerini silip süpürerek pazara hâkim olur? Kaostan düzen nasıl ortaya çıkar? Sibernetik sistemler, yollarından sapmamak için negatif geribildirimden, küçük düzeltici sinyallerden faydalanırlar. Pozitif geribildirim ters yönde işler; muhtemel dalgalanmaları büyütür.

19. yüzyıl buhar makinesinin yöneticisi negatif geribildirime bir örnektir. Makine çok hızlı çalışırsa buharı azaltır, makine yavaşladığında ise daha fazla buharın akıma girmesini sağlar. Pozitif geribildirim bunun tersi yönde işler; dalgalanmaları büyütür ve sistemi yeni davranış alanlarına girmeye zorlar. Pozitif geribildirim bir açık hava ses tertibatında bazen duyulan tiz cızırtının nedenidir. Mikrofonun aldığı en küçük bir ses hoparlörler vasıtasıyla duyulana değin sistem tarafından büyütülür. Hoparlörden çıkan sesi sonuçta tekrar mikrofon alır ve yine büyütür, ta ki hoparlörlerden boru sesine benzer yüksek sesli bir gürültü çıkana dek. Saniyeden daha az bir zamanda bu pozitif geribildirim halkası, kulağı delen ince bir çığlık yaratır.

Pozitif geribildirim, onun vasıtasıyla açık sistemlerde yeni düzenlerin ortaya çıktığı mekanizmadır. Örneğin, videoteyp pazarında Betamax ile VHS'nin rekabetini ele alalım. Her iki sistem de hemen hemen aynı zamanda üretilmişti ve bazı uzmanlar Betamax'ın teknik açıdan üstün olduğunu savunmuşlardı. VHS küçük bir avantaj yakalayana kadar iki sistem aynı pazar için rekabet etti. Bu noktada, pozitif geribildirim, başlangıçta küçücük bir dalgalanma olan şeyi büyütmek için harekete geçti.

İnsanlar genelde arkadaşlarının tavsiyeleri üzerine bir şeyi satın alırlar. Bu yüzden, biraz daha fazla VHS makineleri satılınca, yeni müşteriler de onları istemeye eğilim gösterdiler. Üreticiler bu eğilimi fark ettiler ve VHS formatı içinde daha fazla filmin yer

almasını sağladılar. Çok çeşitli favori filmlerin sunulduğu geniş tercih imkânını fark eden muhtemel tüketiciler VHS sistemini tercih ettiler. Bu pozitif geribildirim halkasının her evresinde, daha çok VHS makineleri satıldı, daha çok model vitrine koyuldu ve daha çok film temin edildi. Çok geçmeden VHS pazarı ele geçirdi. Bunun sebebi, bir sistemin diğeri üzerindeki teknik üstünlüğü veya reklâm yetenekleri değil, pozitif geribildirim yepyeni bir pazarda "artan dönüşler yasası"nın işlemesiydi. Öte yandan, tanınmış mallar ve ürünler ekonomik dengeye ulaşma eğilimi içindedirler, pazardaki dalgalanmalar negatif geribildirim kuvvetleriyle dengeye çekilir.

Borsa, negatif ve pozitif geribildirimler içeren karmaşık bir sistemdir. Ekonomik rekabet NEGATİF GERİBİLDİRİM yoluyla dalgalanmaları düzeltir. Öte yandan borsaya belirsizlik ve spekülasyon hâkim olduğunda, yatırımcılar diğer yatırımcıların ne yapacağım tahmin etmeye çalışırlar. Sonuçta bir borsa fiyatındaki en ufak bir düşüş diğerlerinin satılmasına neden olur ve bir pozitif geribildirim halkası borsayı silip süpürür; hemen fiyatları gerçek değerlerinin altına çeker. Bu noktada daha önce satanlar vakit kaybetmeden kazançlarıyla yatırım yaparlar ve fiyatlar tekrar yükselir. Böylesi çeşitli geribildirim halkalarının bir araya gelmesi borsayı büyük oranda lineerlikten uzaklaştırır ve kararlılıktan beklenmedik iflaslar ve hatta kaosa kadar uzanan çeşitlilikte bir davranış silsilesine maruz bırakır.

Pozitif geribildirim, sosyal, çevresel ve ayrıca ekonomik sistemlerde evrimsel açıdan itici bir güçtür. Uzak bir anayol kavşağındaki kamyon durağı, dükkânlar ve servisler zincirine veya hatta küçük bir topluluğa dönüşebilir. Negatif ve pozitif geribildirimin rekabet halindeki kuvvetleri, bu topluluğu tüm şehre yayabileceği gibi ortadan kalkmasına da yol açabilir. Özel bir çevrede yeni bir bitki veya hayvan melezi, rakipleri üzerinde küçük bir avantaja sahip olabilir ve pozitif geribildirim sayesinde birkaç nesil sonra bulunduğu bölgeye hâkim olabilir. (Bkz. DARWİNCİ EVRİM; KESİNTİLİ DENGE)

Bazı kimyasal tepkimelerde belli bir madde kendi üretimini katalizler. Sonuç, uzay ve zamanda kendi kendine varlığını sürdüren oto katalitik tepkimelerdir. Buna benzer bir şey, bir tavada su ısıtılınca gerçekleşir. İlkin su kaotik davranış sergiler, bir mik-

tar sıcak su yükselmeye çalışır ve tavanın dibine düşmeye çalışan daha soğuk bir miktar suyla aynı mekân içinde mücadele eder. (Sıcak su soğuk olandan daha az yoğundur.) Pozitif geribildirim sayesinde, bu ilk dalgalanmalar büyür; ta ki bir bölgede sıcak su yükselen bir kolon oluştururken, yanındaki kararlı soğuk su kolonu, tavanın dibine düşene değin. Yukarıdan bakıldığında, ısıtılmış tavadaki suyun, yükselen ve düşen bölmelerden oluşan kararlı bir ısı yayımı modeli sunduğu görülür. Pozitif geribildirim, pek çok doğa sistemlerinin, onun sayesinde başlangıçtaki kaostan içyapılarını geliştirdikleri bir mekanizmadır.

GESTALT VE BİLİŞSEL PSİKOLOJİ

Gestalt psikolojisi ve onun sonradan bilişsel psikolojiye açımlanmış hali, zihnin içsel hayatının –kavrayışlarımız, tavırlarımız ve inançlarımızın– önemli olduğu ve bilimsel olarak incelenebileceği inancına dayanıyordu. Yalnızca uyarım ve tepki arasındaki ilişkilere odaklanarak deneyimi inkâr veya göz ardı eden davranışçının (Bkz. DAVRANIŞÇILIK) aksine, gestalt ve bilişsel psikologlar, deneyim üzerinde odaklanırlar. Onlara göre insanlar uyarıma değil, uyarım hakkındaki kavrayışlarına veya inançlarına tepki verirler. Kırmızı rengi görme biçimimiz ve kırmızılıkla ilgili içsel çağrışımlarımız (inançlarımız ve tavırlarımız) kırmızı şeylerin varlığında nasıl davranacağımızı belirler.

Gestalt psikolojisi bu yüzyılın başlarında bir algı çalışması olarak başlamıştı. Görme ve işitme üzerine yapılan deneyler insanın algılarının bütüncül, kendi kendini düzenleyen niteliklere sahip olduğunu göstermişti. Kimi veriler her zaman birlikte veya birbiriyle ilişkili olarak algılanır. Asli bir birliğe sahiptirler. Notaların birlikteliğini melodi olarak işitiriz, nokta düzenlerini şekil olarak görürüz ve eksik cümleleri ve daireleri otomatik olarak tamamlarız.

Gestalt, esasen parçalarının içsel bir ilişkiye sahip olduğu organize bir bütündür. Gestalt psikologlarına göre, bu ilişki sayesinde yapıları görüyor veya işitebiliyoruz. Bir melodiyi işittiğimizde kavradığımız şey, tek tek notalardan ziyade notalar arasındaki ilişkidir. Bu yüzden hangi piyanoyla çalınırsa çalınsın aynı melodiyi hep tanırız. Kavrayışımızın edilgen bir refleks olmadığı, aksine doğuştan gelen bir sentez yeteneğine

sahip olduğu kabul edilmektedir. Bu optik yanılsamalar üzerinde yapılan Gestalt deneyleriyle aydınlanmıştır. Parlayan bir işaret bir oku iki konumda göstermekte, böylece bizde bir hareket izlenimi bırakmaktadır. Ok gerçekte hareket etmese de biz onu iki konum arasındaki ilişkiden dolayı hareket ediyormuş gibi algılarız. Başka bir deney de gri bir benek ilkin beyaz bir zemine, sonra da siyah bir zemine konur. İlk durumda beneği siyaha yakın görürüz, ikinci durumda ise beyaza yakın görürüz, oysa o aynı gri benektir. Gerçekte gördüğümüz şey şekil ile zemin arasındaki ilişkidir.

Sonraki Gestalt deneyleri deneyimimizin tüm alanları için zihinsel haritalar (bilişsel psikologlar onları bilişsel haritalar diye adlandırmaktadır) inşa ettiğimizi ve bu haritaların davranışımızı yönlendirdiğini göstermiştir. Örneğin dilimizde, daha önce hiç kullanılmamış cümleler kurar ve onları anlarız. Bu, mevcut kelime çeşitleri ve onların nasıl birleştirilebileceğine ilişkin içsel bir harita inşa ettiğimizi işaret eder. Dil, davranışçıların savunduğu gibi yalnızca düğmeye basılınca kelimeleri birleştiren bir refleksler kümesi değildir.

Deneyimi yapılandırmada bilişsel haritaların rolü, klasik davranışçı bir deney üzerinde yapılan Gestaltçı bir değişiklikle aydınlatılmıştır. Labirente konulan bir fare, yavaş yavaş çıkış yolunu bulur. Davranışçı, farenin bir dizi uyarım-tepki denemesi sonucunda yolu öğrendiğini savunur. Ancak Gestaltçı psikologlar aynı labirenti alıp içini suyla doldururlar. Aynı farenin, farklı hareketler sergilemek zorunda kalsa da daha ilk denemede şüphe veya yanılgıya düşmeden başarılı bir şekilde yüzüp yolu bulduğunu gösterdiler. Bunun üzerine farenin aslında kendisine yüzme sırasında kılavuzluk eden, labirentin içsel bir haritasını önceden oluşturduğunu savundular. Diğer deneyler de insanların tekrarlı bir yeniden şartlanma olmadan, ani bir sezgi parıltısıyla zihinsel haritalarını yeniden yapılandırabileceklerini kanıtlamıştır.

Gestalt yaklaşımı algılarla sınırlı kalmayıp inanç ve tavırları da kapsayacak şekilde genişletilip tüm kişiliğe ve geniş gruplara uygulandığı için bugün artık bilişsel psikoloji adıyla anılmaktadır. 1950'lerde, bilişsel terapist George Kelly, "kişisel yapı" teoremiyle, her kişinin, deneyimden (bilişsel haritasından) elde ettiği bir

dizi genellemeleri bir araya getirerek, onları dünyayı tahmin ve kontrol etmede kullanan bir bilim adamı gibi hareket ettiğini ileri sürdü. Bu genellemeler birlikte ele alınması açısından bütüncüldür ve bir dizi tutarlı davranış içinde yankılarını bulur. Bir ya da iki insanla yaşanmış birkaç kötü deneyim "insanlara güvenilmeye değmez" şeklinde genel bir tutum doğurabilir.

Kelly, bazı durumlarda, bu tutumların uyumsuz ve "akıldışı" olduğunu ileri sürmüş ve onları değiştirmek için bilişsel bir terapi çeşidi kullanmıştır. Hastayla tutumları hakkında konuşmak, onların sağlıklı olmadığını kendiliğinden görmesini –muhtemelen ani bir içgörü kıvılcımıyla– sağlar ve sonuçta yeni bir bilişsel harita geliştirir. Bu terapinin mantığıyla bilim adamlarının çalışmalarında paradigma değişikliklerine başvurduğunda, olup biten şey arasında ilginç ilişkiler vardır. Bilimsel teoremler de tüm bilimsel verileri kapsayan fiziksel dünyanın bütüncül resimleridir. Veriler eldeki paradigmaya uymuyorsa, sonuç, tüm paradigmanın "akıldışı" veya "yanlış" bulunarak terk edilmesi ve onun yerine yeni birisinin konulması olabilir.

Gestalt psikolojisi ve bilişsel bilim iki şeyi başarmıştır. İlkin, içsel yaşamın önemli olduğunu ve zihinsel yapılar, inançlar ve tavırların davranışta nedensel faktörler olduğunu ortaya koymuştur. Bunu yaparken, sağ duyuya başvurmuş ve William James'ın davranışçıların göz ardı ettikleri pek çok düşüncesini yeniden ele almış ve onları bilimsel (metotlu, deneysel) araştırmanın sahası içine sokmuştur. İkincisi deneyler içsel yaşamın bütüncül bir niteliğe sahip olduğunu apaçık kanıtlamıştır. Algılar, inançlar ve tutumlar "birlikte değerlendirilir." Bilincin birleştirici bir özelliği vardır. Öte yandan bu başarılar bilişsel bilimlerin dahi şimdiye kadar cevaplarını bulamadıkları bazı bilimsel soruları gündeme getirmiştir. Newtoncu fizik buna benzer türde bir birliği barındırmaz. (Bkz. ZİHİN-BEDEN SORUNU)

1940'lardan itibaren bilgisayarların yapımı kuramında kaydedilen devasa ilerlemeler, yeni bir bilgi işlem ve depolama modeli ortaya çıkarmıştır. Bu model bugünün bilişsel psikologları tarafından büyük oranda benimsenip psikolojide yeni bir modelin sunulması için kullanılmaktadır. Çağdaş bilişsel psikoloji, insan ve hayvanlarda bulunan bilgisayarınkine benzer işlemlerle ilgilenmekte ve YAPAY ZEKÂ alanıyla yakın paralellik

içinde uzanmaktadır. Bu yaklaşımın kusuru, bilgisayar üzerinde modellendirilebilecek zihinsel işlemlere (belli düşünme ve öğrenme biçimlerine) ağırlık vermesi ve dolayısıyla diğer psikolojik işlemleri ihmal etme tehlikesini taşımasıdır. Kırmızılık, acı, his, mizah ve yaratıcılıkla ilintili katıksız deneyimler bilgisayar modelinin alanına girmez, yine de onların tümü insan psikolojisinin apaçık kabul edilen yanlarıdır.

Bilgisayarcı zihin modellerindeki SERİ İŞLEM ve paralel işlem (Bkz. SİNİRSEL ŞEBEKELER) pek çok zihinsel işlemi tarif edebilir fakat içgörü, öğrenme, yeni kavramlar oluşturma ve dilin yaratıcı kullanımı –tüm bunlar Gestalt deneylerinde açıkça gösterilmiştir– bu modellerde açıklanmamaktadır. Gestalt deneylerinde sergilenen bütüncülüğün mevcut Newtoncu beyin modellerinde veya çağdaş bilgisayarcı zihin modellerinde fiziksel bir karşılığı yoktur. Bu "bütüncülük" veya bilinç birliği nereden gelmektedir? Bu gibi sorular yüzünden, Gestalt çalışması, yeni bilişsel bilimlere bir meydan okuma olarak kalmaktadır.

GÖDEL TEOREMİ

Alman matematikçi Kurt Gödel'in 1931'de kanıtladığı Gödel Teoremi genelde 20. yüzyılın en önemli mantıksal keşfi olarak değerlendirilir. Bu yüzyılın şahit olduğu felsefi devrimin merkezinde bu teorem yer alır ve zihnin doğası ile nihai hakikate ilişkin tüm zihinsel iddialar için kapsamlı anlamlar içerir.

Gödel, formlar alanı, saf hakikatin dünyasına olan inancıyla bir Platoncuydu. Ancak bir matematikçi olarak, insanların kullanabildiği herhangi bir dille bu hakikati tastamam ifade edebilmemizin mümkün olup olmadığını merak ediyordu. Kendi doğrularının tamamının kanıtlarını içeren zengin veya ilginç matematiksel bir sistem formüle edebilir miydik?

Gödel Teoremi'nin özü şu sözlerde saklıdır: "Sınırlı oranda tanımlanabilir hiçbir sistem veya sınırlı hiçbir dil tüm doğruları kanıtlayamaz. Hakikat sınırlı bir ağın içinde tamamen yakalanmaz."

Gödel, doğal sayıları (1, 2, 3...) içerecek kadar zengin, herhangi bir tutarlı mantıksal veya matematiksel "formel" sistemin, kendi tarafından ne ispatlanabilir ne de çürütülebilir bir önermeyi içereceğini kanıtlamıştır. Formel bir sistem, dilin öğelerini veya

kümenin sembollerini işlemek için gerekli kurallar kümesi ile tanımlanan bir dil veya semboller kümesidir. Örneğin, tüm bilgisayar dilleri, formel sistemlerdir. (Bkz. FORMEL HESAPLAMA.) Gödel, herhangi bir formel sistemin kanıtlanamayan doğrularının ilave aksiyomlar içeren daha genişletilmiş bir sistem içinde kanıtlanabileceğini ama o genişletilmiş sistemin kendisinin de başka doğru fakat kanıtlanmaz önermeler içereceğini göstermiştir. Böyle bir sistem içinde kanıtlayacağımız her şey daha ileri düzeydeki bir doğruluğun sadece kısmi bir ifadesidir.

Gödel Teoremi'ne göre, zengin bir mantıksal veya matematiksel formel sistem her zaman eksiktir. Bu keşif, David Hilbert, Gottlob Frege ve Bertrand Russel gibi daha eski matematikçilerin sınırlı bir aksiyomlar kümesinden tüm matematiksel doğruları çıkarsamaya dönük uzun süreli tutkularını da boşa çıkardı. Gödel, ayrıca, ikinci bir teoremi de kanıtladı; tutarlı bir formel önermenin, tutarlı olduğu sistemin kendi içinden çıkarsanmış metotlarla kanıtlanmayacağını gösterdi.

1930'larda, bu teoremler matematikçilere hem şaşırtıcı hem de şüpheli görünüyordu. Günümüz biliminin geniş felsefi ekollerinin çağdaş düşünürleri içinse pek böyle görünmemektedir. Sınırsız bir matematiksel doğruluk denizinin sınırlı bir formel sistem üzerinde tasarlanabileceğinden şüphe etmek şimdi bize daha doğal gelmektedir. Kopernik ve Darwin'den itibaren kendimizi artık fiziksel evrenin efendisi olarak görmüyoruz, daha ziyade onun enginliği içindeki fani yaratıklarız. Fizikçiler ancak sınırlı ifadelerle ölçülen değerleri –sınırlı miktarda kütle, yoğunluk, yerçekimi kuvveti, vb– hesaplayabilirler. Şimdiki evreni tanımlamak için kullanılan GENEL İZAFİYET denklemleri, evrenin kökenini, BÜYÜK PATLAMA'yı tanımlamaya çalıştığımız zaman geçersizleşmektedir (anlamsız sonsuz değerler üretmektedir). KUANTUM ALAN TEOREMİ'nde, fizikçiler, temel gerçekliğin tezahürlerini tanımlamakla yetinmek zorundalar –temel gerçekliğe (KUANTUM VAKUMU) dair hesaplamalar yapamazlar–. Gödel'in çalışması bize mantıksal ve matematiksel evren açısından benzeri bir konum içinde bulunulduğunu göstermektedir.

Gödel'in tutarlılığa dair ikinci teoreminin sağduyuya uyduğu şimdi daha iyi anlaşılmaktadır. Biz, doğal olarak, formel bir sistemin tutarlı olduğunu kendi kendine kanıtlamasının şüphe

uyandıracağını düşünürüz. Bu, ayrıca, teoremin bağımsız biçimde kanıtlanmasını ve deneysel verilerle tekrarlanabilmesini gerekli kılan bilimsel değerler sisteminin de bir parçasıdır. Bir sistemi test etmiş ve onun güvenilir olduğunu anlamış olmadığımız sürece, onun tutarlılığını kendi kendine kanıtlamasına nasıl güvenebiliriz ki? Bu, "Doğruyu söylüyorum" diyen bir şahide, bu ifadesinin doğruluğunu araştırmadan güvenmeye benzer.

Bazı matematikçiler ve filozoflar, Gödel Teoreminin YAPAY ZEKÂ lobisine ciddi bir meydan okuma sergilediğine inanmaktadırlar. YZ felsefesi, formel hesaplamanın tüm düşünce biçimlerinin özü olduğunu savunur. İdealde bir hesap makinesi her tür formel işlem yapma kapasitesine sahip olacağından, hesap makinelerinin her tür insani düşünme yetisini karşılaması gerekir. (Bkz. CHURCH-TURİNG TEZİ; TURİNG MAKİNELERİ) Fakat YZ karşıtları, matematikçi Roger Penrose (Bkz. PENROSE VE HESAPLANAMAZLIK) gibi, Gödel Teoreminin bunun aksini kanıtladığını savunurlar. İnsanlar söz konusu teoremi anlayabildikleri için, herhangi bir formel sistemin ötesine geçen bir düşünce biçimine sahip olma kapasitesini taşıyoruz demektir. Programın ötesini görebiliriz, ki görüyoruz da. Penrose ve diğerleri, makinelerin sahip olamadığı içgörü veya sezgiyle bunu yaptığımızı savunmaktadırlar.

Penrose ve diğerleri, Gödel'in eksiklik teoreminin fiziğe dair bir şeyi kanıtladığını savunmaktadırlar. Biz insanlar teoremi anlayabiliyoruz ve düşüncemiz beynimizden neşet etmektedir. Ama beyin maddi bir varlıktır ki dolayısıyla fiziğin kurallarına tâbidir. Bu yüzden, sav, fizik yasalarının herhangi bir formel sistemden bir şekilde daha zengin olması gerektiği sonucuna varmaktadır. Bu düşünce çizgisi şimdi çok gündemdedir fakat hayli tartışmalıdır.

Gödel'in teoremi, Wittgenstein ile varoluşçuların felsefelerinin, soyut dışavurumculuk gibi sanat hareketleriyle yeni çoğulcu bir toplumsal felsefe bulma çabalarını kapsayan "postmodern" entelektüel hareketin ruhuyla uyuşmaktadır. Bir haberci olan Nietzsche, "bulunduğumuz köşeden her şeyi göremeyiz" diyerek, asla doğrunun Tanrısal bir vizyonuna sahip olamayacağımızı savunmuştu. Wittgenstein bizlerin her zaman bir "dil oyunu" içinde hapsolduğumuzu savunmuştu.

Kübistler ve toplumsal çoğulculuktan yana olanlar, her görüş açısının hakikatin sadece bir yanı olduğunu savundular. Ancak Gödel doğruluk savıyla ileri süreceğimiz herhangi bir formel önermenin her zaman kısmen doğru olacağını kanıtlarken, onun çalışması, "bilme"nin formel olmayan başka bir türüne kapı aralamaktadır, ki onun sayesinde belki de bütüne ulaşabiliriz.

GÖRME ALGISI

Görme, duyu yetilerimizin en karmaşık ve incelenmesi en kolay olanlarından biridir. Ölçülen nöron etkinliği ile hayvanlara ve insanlara gösterilen görsel veriler arasında bağlantılar kurmak kolay olduğu için, bilim adamları beynin çalışması ile görsel deneyim arasında doğrudan bir bağlantı kurabilmektedirler. Ne zaman beynin bir kısmının yeşile, diğer kısmının yuvarlaklığa tepki vereceğini bilirler ve bu sadece görmeyi anlamakta değil beynin kendisini anlamakta da faydalıdır. Francis Crick gibi bazı bilim adamları, görsel algının daha iyi anlaşılmasının bilinçli deneyimlerimizle beyin arasındaki bağlantının temel bir kavranışına yol açacağını düşünmektedirler. (Bkz. BİR BİLİNÇ BİLİMİNE DOĞRU; CRİCK HİPOTEZİ) Batılı filozoflar zihnin doğası üzerinde fikir yürütmek için uygun bir konu olarak genelde görmeyi ele almışlardır.

Görme algısının çeşitli yanları üzerinde özelleşmiş beyin korteksinin yirmiden fazla alanı vardır. Retinanın kendisi beynin bir parçasıdır. İnsanlar ve diğer primatlarda korteks, bilinçli görsel sistemin en önemli parçasıdır, her ne kadar orada, evrim tarihinin eski zamanlarında baskın olmuş daha alt ve ilkel beyin bölgeleriyle bağlantılar bulunsa da. Bu alt beyin bağlantıları hâlâ insanın görmesiyle ilintili olduğu için, bazı fizyologlar çalışmalarını, insanın alt beynindekilere benzer yapılara sahip olan kurbağanın görme sistemi üzerinde odaklandırmaktadırlar.

Işık göze düştüğünde, arka tarafta bulunan bir nöron tabakası olan retina üzerinde odaklandırılır. Edilgen bir kamera filminden farklı olarak, retina görsel veriyi basitçe kaydetmekten fazlasını yapar. Görsel verinin ilk değerlendirilmesine aktif biçimde katılır. Retina 100 milyondan fazla ışığa duyarlı öğeye –loş ışığa karşı duyarlı olan çok sayıda "çubukçuk" ve renge tepki veren ama parlak ışığa ihtiyaç duyan, nispeten az sayıda "koni"ye–

sahiptir. Görsel bilgi paralel işlem (Bkz. SİNİRSEL ŞEBEKELER) mekanizmasıyla retinanın her yerinde kaydedilir ve özetlenir ve sadece bir milyon nörona sahip optik sinire aktarılmak üzere yeterince işlenir.

1981'de David Hubel ile Torsten Weisel, görsel işlemimizin anahtar özelliklerini gösteren bir çalışmayı kedi korteksi üzerinde yaparak, Nobel Ödülü aldılar. Ana görsel kortekste bulunan hücrelerin retinadan gelen sinyallere duyarlılığını ölçerek, bu hücrelerin siyah bir zemindeki bir ışık spotuna veya tersine yeşil zemindeki kırmızı bir ışık spotuna tepki verdiklerini keşfettiler. Ama beyin özdeş aydınlıkta ve renkte olan görüntülerden gelen uyarımlara tepki vermez. Bütünüyle özdeş bir manzarayla karşılaşırsak hiçbir şey görmeyiz. Beyin, duyusal düzeneğinin çalışması için çeşitliliğe gereksinim duyar. (Bkz. GESTALT VE BİLİŞSEL PSİKOLOJİ)

İlkin, retinadan çıkan optik sinir aksonları ön beynin ilkel bir parçası olan talamusta son bulur. Beyin korteksi yüksek memelilerde büyük olan, talamusun özelleşmiş bir parçasıdır. İkisi çift şeritli noktasal sinir haritasıyla birbirine bağlıdır. Görsel sinyaller, talamusta, optik sinir boyunca ilerlerken, hâlâ anlaşılmamış bulunan bir çeşit paralel işlem gerçekleşir.

Sinyaller talamustan geçtikten sonra, beynin arkasında, korteksteki ilk görsel alanlara giderler. Bu noktada özellik saptayıcılar diye adlandırılan tekil nöronlar görsel verinin belli yanlarına –bazıları noktalara, bazıları çizgilere veya kenarlara, diğerleri yönlere veya harekete, yine başkaları, derinlik algısı için kullanılan, iki gözün retinalarının uygun kısımlarına– tepki verirler.

Bu evreden itibaren, görsel işlem giderek daha karmaşıklaşır. Ana görsel alandan gelen çıktı kaba bir hiyerarşi içinde daha başka çeşitli alanlara da gider. Her aşamada tekil nöronların saptadığı görsel özellikler daha karmaşık ve özelleşmiştir. Renk, şekil ve hareket farklı alanlarda işlenir. Bazı nöronlar en çok yüzlere ve diğer şekillere duyarlıdır. Beynin yerleşik bir parçasında hastalık veya kaza yoluyla meydana gelen hasar bir görme özelliğinin –hareket veya rengi ayırt etme yeteneği, yüzleri tanıma yeteneği ya da görsel alanın bazı kısımlarına dikkat kesilme yeteneğinin– kaybedilmesiyle sonuçlanabilir. Her ne kadar tekil nöronların tepki verecekleri şeyin detayları genelde deneyim

yoluyla oluşturulsa da tıpkı sinirsel şebekelerin yaptığı paralel işlemde olduğu gibi. İşlem için gerekli bu yerleşik alanların her birinin kapsamlı fonksiyonu genetik yolla belirlenir. İşte bu yüzden zengin çeşitlilikteki görsel deneyimler bir bebeğin sonraki gelişimi için hayati önem arz eder.

Görsel algının en son bütünsel modeli, her birinin paralel işlem için sinirsel bir şebeke işlevi gördüğü, beyindeki görsel alanların birbiriyle bağlantılı hiyerarşisini içerir. Hiyerarşisinin her üst düzeyi, görsel alanda daha karmaşık özellikleri saptar. Ayrıca, görsel alandan gelen bilginin diğer duyulardan gelen bilgilerle birleştirildiği başka beyin alanları da vardır ve bu birleşik bilgi; hafıza, his ve eylem gibi olgularla ilişkilendirilecek başka alanlara gönderilir.

Bu model deneyle büyük ölçüde kanıtlanmıştır fakat görsel deneyimizi bütünüyle açıklamasına engel olan bariz boşlukları da vardır. Beynin farklı alanları görsel verinin farklı yanlarını işler ancak tüm bu bilgileri birleştiren bir alan beyinde yoktur. O halde biz nasıl oluyor da görsel manzarayı, tüm renkleri, hareketleri ve yönleriyle birleşik bir bütün halinde algılayabiliyoruz? Tüm bu özellikleri algılanan nesneler şeklinde bir araya nasıl getirebiliyoruz? Henüz cevapları bulunmamış bu sorular BAĞLANTI SORUNU olarak bilinir. Daha temellisi, görmeyle bağlantılı tüm sinirsel uyarım biçimlerinin görsel deneyimimizle, şeyleri görmeye ilişkin canlı duyumuzla ilişkisi nedir? Bilinçdışı görsel algı mümkündür. (Bkz. KÖRGÖRÜŞ) Görsel verileri işlemek üzere uyarılan nöronlar sesleri ve düşünceleri sunan nöronlardan farklı mıdır? Bu sorular, görme anlayışımızla bilinç anlayışımız arasında bağlantı kurma çabası için hayati öneme haizdir. Onlar deneysel zihin biliminin keskin uçlarıdır.

GÖZLEMSEL ASTRONOMİ

Gözlemsel astronomi, tüm sıralı kozmolojik modeller ve teoremlerimizin dayandığı olgusal temeldir. Neredeyse tüm bilgiler değişik dalga boylarındaki elektromanyetik ışıma gözlemiyle toplanmıştır, (şema 3) Başlangıçta bu çıplak gözle yapılıyordu ama 17. yüzyıldan itibaren giderek gelişen teleskoplarla desteklendi.

1945'ten itibaren, astronomlar, çeşitli dalgaboylarında çalışan çok daha iyi cihazlar geliştirdiler. İlk geliştirilen cihaz kozmolo-

jiye büyük katkı sağlamış olan radyo teleskoplarıydı. Görünür ışıktan ayrı olarak, radyo dalgaları (bir santimetreden on metreye kadar uzanan dalga boyundaki), yeryüzüne büyük miktarlarda ulaşan tek elektromanyetik ışıma biçimidir. Diğer dalga boyları atmosfer tarafından soğurulur veya iyonosfer tarafından yansıtılır. Radyo teleskopları yüzlerce metre genişliğinde dönen, kocaman çanaklar veya binlerce millik alana yerleşmiş sabit anten düzenekleridir. Çok büyük olmaları nedeniyle uzayın çok ötelerini "görebilirler." GALAKSİLER, KUASARLAR, SÜPERNOVALAR, pulsarlar, güneş ve Jüpiter gezegeni radyo kaynakları olarak iş görürler. KOZMİK ARKAALAN RADYASYONU radyo teleskopu ile saptanmıştır. Geçen birkaç yıl içinde, atmosfer, dağlar, balonlar, uçaklar ve uydulara yerleştirilen cihazlarla diğer dalgaboylarında gözlemler yapılmıştır. Hubble Uzay Teleskopu morötesi ve optik dalgaboylarındaki bilgimizi büyük oranda artırmıştır. Şimdi daha iyi saptayıcı maddelerle desteklenen kızılötesi teleskoplar, SAMANYOLU ve başka yerlerdeki örten toz bulutları içinden görebilirler. Ayrıca uydulara yerleştirilebilen X-ışını ve gama ışını teleskopları da vardır. Nötrino saptayıcıları güneşten gelen nötrino akımını ve Süpernova 1987 A'nın nötrino patlamasını kaydetmiştir. Cihaz taşıyan insansız uzay roketi ayın ve Marsın yüzeyini ziyaret etmiş ve güneş sistemi hakkında çok miktarda bilgi vermek için diğer gezegenlerin yakınından uçmuştur.

Tüm teleskoplar uzaydaki çeşitli kaynakların yönünü ve parlaklığını ölçmek için kullanılır. Eğer saptanan "ışık" belli "renk"lerde belirgin ışıma veya soğurma çizgilerine sahipse, spektroskopi kaynağın kimyasal bileşimini ve karakterini açığa çıkarır. Bu çizgilerin doğal konumundaki bir sapma olan Doppler etkisi kaynağın yaklaştığını mı yoksa uzaklaştığını mı ve hızını ortaya çıkarır.

Her gözlemlenen kaynağın mesafesi doğrudan teleskoplarla tespit edilmez. Bir yıldızın aydınlık veya uzakta mı yoksa donuk veya yakında mı olduğunu saptamak zordur. Pek çok gözlemi yorumlamak için bu tür bir bilgi gereklidir ve mesafe ölçümünde büyük bir çaba sarf edilmiştir. (Bkz. ASTRONOMİDE MESAFE ÖLÇÜMLERİ) Tüm bu gelişmelere rağmen mesafe ölçümlerimizin iki basamağının tam olarak doğru olup olmadığından hâlâ

emin değiliz. Bundan dolayı BÜYÜK PATLAMADAN itibaren evrenin gerçek yaşı konusundaki belirsizlik sürmektedir. Onun $10X10^9$ ile $20X10^9$ yıl arasındadır.

Gözlemsel astronominin başarısı karşısındaki büyük engel evrenin kütlesinin çoğunun –tahminen %90'ının– hiçbir teleskop tarafından gözlemlenememesi gerçeğinde yatmaktadır. KARANLIK MADDE diye adlandırılan bu maddenin varlığı, galaksilerdeki yıldızların ve galaksi kümelerindeki galaksilerin hareketlerinden çıkarsanmıştır. Onlar kütleçekimsel açıdan birbirlerine bağlı halde çok hızlı hareket ederler. Bu karanlık maddenin kökeni ve doğası astronominin çözümsüz kalmış büyük sırlarından biridir. Muhtemelen teknolojimizin gelişmesiyle birlikte onları keşfetmemizi bekleyen çok sayıda olgu evrende bulunmaktadır.

HADRONLAR

Fermiyonlar diye adlandırılan madde parçacıkları, kuarklar ve leptonlara ayrılır. Hadronlar kuarklardan oluşur. Onlar ya üç kuarktan (yani proton veya nötron) oluşan baryonlardır ya da bir kuark-antikuark çiftinden oluşan mezonlardır. Parçacık hızlandırıcıları yüzlerce çeşit kısa ömürlü hadron üretmiştir.

Hadronların eski bir tanımı, "atom çekirdeğinde proton ve nötronları bir arada tutan güçlü çekirdek kuvvetinin etkisi altındaki parçacıklar"dır. Ancak şimdi güçlü çekirdek kuvvetinin pi-mezonlardan, yani sonuçta kuarklar ve gluonlardan oluştuğunu biliyoruz. Dolayısıyla eski tanım artık yeterince esaslı değildir. (Bkz. KUANTUM RENK DİNAMİĞİ)

Çeşitli parçacıkları adlandırmak için kullanılan bu terminoloji Yunanca kelimelerden gelmektedir: Hadron ("iri"), baryon ("ağır"), mezon ("orta") ve lepton ("hafif'). Bu genelde doğrudur; her ne kadar ağır, kısa ömürlü leptonlar ("muonlar") 1937'de keşfedilmiş olsa da.

HAFIZA

Hafıza geçmiş hakkında bilgi depolama ve o bilgiyi kullanma kapasitemizdir. Bazen bu; kelimeler, görüntüler, sesler, kokular ya da hisler şeklinde olur ancak o, daha doğrudan veya daha işlevsel

olabilir. Çoğu vücut sistemleri deneyimden bir şey öğrenir ve bu bilgiyi sonraki kullanım için saklar; örneğin bir atletin şişen kasları ya da daha önce karşılaşılmış bir virüse karşı bağışıklık sisteminin hemen antikorlar üretme yetisi gibi.

Hafızamızın çoğu ve en üst düzeyde öğrenme yeteneğimiz beynimizde bulunur. Ortalama bir ömürde, bir insan beyni 10^{14} ya da daha fazla bilgi birimi depolar –bu da yüz bin tane 4 megabaytlık disk ya da kitaba denktir–. Bu bilginin bir kısmı bisiklet sürmek ya da bir dili konuşmak gibi yetenekler için kullanılır. Bir kısmı açık olayları, olguları, yüzleri vb hatırlama yetisini temsil eder. Ve bir kısmı da "sahte şimdiki zamanı" oluşturmaya, zihinsel hayatın yaklaşık üç saniyesini, yalnızca ayrı ayrı notaları veya sesleri değil de bir cümleyi ya da bir melodiyi duymak gibi, tek bir deneyim içinde birleştirmeye adanır. Bizim bilinçli deneyimimizin birliği açısından bu sahte şimdiye sahip olmak zorunludur.

1950'lerde bir tür epilepsiyi tedavi etmek amacıyla geliştirilen bir ameliyat, hafızayı ve beynin işlevini aydınlattı. Hastaların ilkel önbeyninin, hipokampusun , bir kısmı, iki taraflı çıkarıldı. Bunun üzerine epileptik ataklar seyrekleşti ama hastalar olaylarla ilgili kalıcı bir hafıza oluşturma yetilerini kaybettiler. Birkaç dakikadan sonra, bir sohbete ya da yeni bir yüze dair hiçbir şey hatırlamaz oldular oysa ameliyattan önceki uzun süreli hafızalarının tamamını korumuşlardı. Yeni ortamları öğrenemiyorlardı. Öte yandan hem çok kısa süreli hafıza (birkaç dakika) hem de yeni beceriler öğrenme yetisi hâlâ mevcuttu. Bu deneyimler, eski olayları hatırlamak yetisinin değil de olaylarla ilgili yeni anılar oluşturma yetisinin önbeyinle ilintili olduğunu göstermiştir. Kırk yaşının üzerindeki insanlarda önbeyin genelde yavaş yavaş bozulur ve yaşlı insanlar yeni olaylar hafızası oluşturma yetilerini yitirirler. Yıllar ilerledikçe uzak geçmiş daha gerçek olur bu nedenle yaşlı insanlar ondan söz etme eğilimi içindedirler. (Bu, beynin tamamını bozan, zekâyı ve pek çok fizyolojik işlevleri etkileyen Alzheimer hastalığından oldukça farklıdır.)

Yeni olaylar hafızasından farklı olarak, becerileri akılda tutmak için gerekli çağrışımsal hafıza (nasılı-bilmek), tıpkı zekâ gibi beyin zarının her yanına yayılmış görünmektedir. Bu yetiler ancak geniş ya da ağır beyin hasarı olma durumunda kaybolur.

Çağrışımsal hafıza, SİNİRSEL ŞEBEKELER'e dayalı, düşünme ve öğrenmenin bağlantıcı modelleri (Bkz. BAĞLANTICILIK) tarafından açıklanmaktadır. Görünüşe bakılırsa beyin her iki hafıza için de gerekli yapılara sahiptir ve her biri tekil sinapslar düzeyinde incelenmektedir.

Hafızanın tekil sinapslarda meydana gelen değişiklik yoluyla beyinde depolandığı düşünülür genelde. Beynin 10^{11} nöronunun her biri için belki de yüzlerce ya da binlerce sinaps vardır ki bu da muazzam bir hafızayı depolamak için yeterlidir. Bu konuyla ilgili ilk teorem psikolog Donald Hebb tarafından 1950'lerde ortaya atılmıştır fakat söz konusu teorem ancak şimdi deneysel destek bulmuştur. Ayrıca psikolojik testler geçmiş olaylara dair hafızamızın zamanla değiştiğini kanıtlamaktadır. Beyin basit bir depolama ve hatırlama sistemi değildir; o sürekli yeni sinaptik bağlantılar kurup eskilerini ortadan kaldırma işlemini yürütmektedir.

Bebeğin beyni fazla nöron ve bağlantılara sahiptir ki onların çoğu kullanılmazsa ölür. Beynin yapısı bile erken deneyimlere bağlıdır. Örneğin Kuzey Amerika'da yapılan bir araştırma, yetişkinlerin dikey ve yatay çizgileri diyagonal çizgilerden daha kolay algıladıklarını göstermiştir. Sonraki bir araştırma da çadır ya da kulübelerde büyüyen yerli Amerikalıların diyagonal çizgileri eşit oranda iyi algıladıklarını göstermiştir. Gerald Edelman, beynin en çok kullanılan nöronlarının hayatta kalma ilkesini SİNİRSEL DARWİNİZM diye adlandırmaktadır.

HAYAT OYUNU

İngiliz matematikçi John Conway, bilim adamlarının kafasını tırmalayan ve bir bilgisayar canlı olabilir mi, sorusunu sorduran, basit bir bilgisayar programı geliştirdi.

Hayat oyunu, onun evreni gibi, siyah ve beyaz kareleri içeren bir bilgisayar ekranıdır. Ekrana baktığınızda, hücrelerin gelişimini, çoğalmasını ve ölümünü, karmaşık şekillerin oluşumunu, yollarına çıkan şeyleri yiyen parazitleri ortalıkta görebilirsiniz. Her seferinde, bilgisayar evreninin davranışı ve yapıları son derece farklıdır. Hayat oyunu hayatın kendisi kadar zengin ve karmaşık görünmektedir.

Oyunun doğası göz önüne alındığında, kurallar şaşırtıcı bir şekilde basit kaçmaktadır. Ekran siyah ve beyaz karelerden oluşan rastgele bir şekille oyuna başlar. Beyaz kareler canlı hücreleri, siyah kareler ise ölü hücreleri temsil eder. Sonraki adımda, her bir kare, komşu olan sekiz karede olup bitenlere göre tepkide bulunur. Eğer çok fazla beyaz kare varsa, kalabalıktan dolayı ölür, çok az varsa hayat imkânsızlaşmış demektir. Bir kare iki ya da üç canlı komşuya (beyaz karelere) sahipse ancak gelecek nesilde yaşayabilmektedir. Aynı şekilde ölü bir kare (siyah), eğer komşu iki veya üç beyaz kareye sahipse hayata dönecektir.

Oyunun tüm esprisi budur. Bilgisayar peş peşe aşamalardan geçerken, beyaz hücre kolonileri gelişir ve titreşirler veya "nefes alırlar." Diğerleri ayrılıp ekranda başıboş dolaşırlar. Bazı şekiller yollarına çıkan her şeyi yiyen parazitlere benzer. Conway aşırı basit bir algoritma kullanarak, bir damla suyun mikroskop altında görünen dünyasına benzer bir bilgisayar görüntüsü yapmıştır.

Conway'in hayat oyunu, Polonyalı matematikçi Stanislaw Ulam'ın soyut hücresel otomat fikrinin somut bir örneğidir. Ekrandaki şekiller kendilerini çoğaltabildikleri, hareket edebildikleri ve rakiplerini yiyebildikleri için, bilgisayarın içindeki bu dünyanın "canlı" olup olmadığını sormak çok cazip gelmektedir. (Bkz. YAPAY Zekâ.)

HER ŞEYİN TEOREMLERİ

Her şeyin teoremi, BÜYÜK PATLAMA'dan bir saniye sonra uygulanabilecek, büyük bir şema içinde kuvvetleri (BOZONLAR), maddeyi (FERMİYONLAR) ve eğik uzay-zamanı birleştiren, her şeyi kuşatan, uzun ömürlü bir evren teoremidir. Elverişli bir kuantum kütle çekimi teoremini de içermesi gereken böyle bir teorem henüz elde edilmiş değildir.

Büyük Birleşik Teoremlere göre, evren 10^{-36} saniye yaşına gelmeden önce, fiziğimiz, bir çeşit maddeyi, bir çeşit kuvveti ve eğik uzay-zamanı başarılı bir şekilde tanımlayabilmektedir. (Bkz. BÜYÜK BİRLEŞİK TEOREMLER.) Fakat bu üç şey ayrı ayrı tanımlanmakta ve birleştirilememektedir. Bu ayrı kavramlara daha eski –ve daha tartışmalı– PLANCK DÖNEMİ içinde, evren 10^{-43} saniye yaşına gelmeden önce de rastlanmaktadır. Temel bir zorluk, kuantum teoreminin "düz" (Öklit) bir uzayda formüle

edilmesine karşın, GENEL İZAFİYET'in eğik bir uzayı içermesinden kaynaklanmaktadır. İki teorem örtüşmemekte (Bkz. KUANTUM KÜTLEÇEKİMİ; KUANTUM VAKUMU) ve zorluk, Planck ölçeğinde keskinleşmektedir. İşte bu noktada fizikçiler yeni bir kavrama veya teoreme gereksinim duymaktadırlar.

Öteden beri bunun en umut verici adayı SÜPERSİMETRİ adında yeni bir simetri çeşididir. Buna göre her bozon (kuvvet parçacığı) ve fermiyon (madde parçacığı) bir süper simetrik eşe –kuark/skuark, lepton/slepton, bozon/bozino vb– sahiptir; her ne kadar o çok ağır olduğu için şimdiye kadar keşfedilmemiş olsa da. Bu açıdan, SÜPER KÜTLE ÇEKİMİ teoremi tamamıyla tutarlı olmasa da daha iyi işlemektedir. 1984'ten itibaren SÜPERSTRİNGLER adında yeni bir teorem süper simetriden dahi daha büyük bir vaatte bulunmuştur. Süperstring teoremini hesaplamaya çalışmanın doğurduğu büyük zorluklar aşılabilir ve onunla faydalı tahminler yapılabilirse, o Her Şeyin Teoreminden sonra aranan şey olabilir.

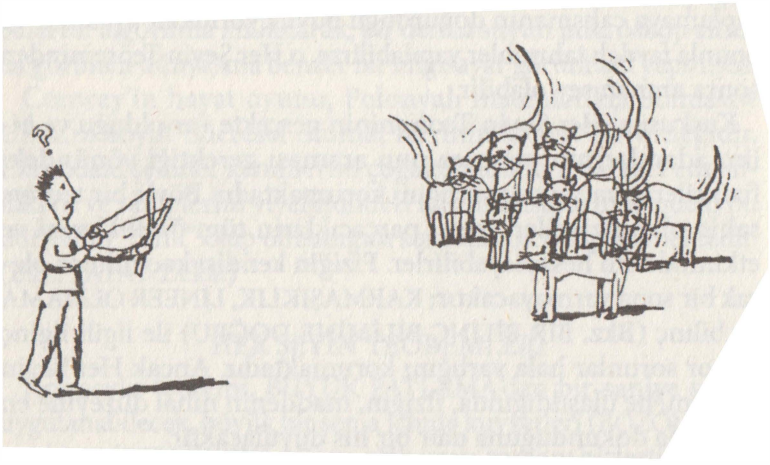
Kuşkusuz, Her Şeyin Teoreminin gerçekte var olduğu ve bilim adamlarının yalnızca onu araması gerektiği yönündeki fizikçilerin varsayımı varlığını korumaktadır. Böyle bir teoriye sahip olan fizikçiler, temel parçacıkların tüm özelliklerini ve etkinliklerini hesaplayabilirler. Fiziğin kendisi kaçınılmaz olarak bir sona varmayacaktır; KARMAŞIKLIK, LİNEER OLMAMA ve bilinç (Bkz. BİR BİLİNÇ BİLİMİNE DOĞRU) ile ilgili ilginç ve zor sorunlar hala varlığını korumaktadır. Ancak Her Şeyin Teoremi'ne ulaşıldığında, fiziğin, maddenin nihai düzeyine en sonunda dokunduğuna dair bir his duyulacaktır.

Öte yandan bu aşamada Her Şeyin Teoremi bir spekülasyon meselesi olarak kalmaktadır. Saygın fizikçiler eldeki böyle bir teorinin sadece şaşkınlık uyandıracağını sık sık dile getirmişlerdir. Böyle temel bir teoremin varlığını gerektirecek bilimsel veya felsefi bir neden yoktur. Sınırlı derecede tanımlanabilir her teoremin yalnızca yaklaşık doğru olduğu bilinmektedir. Belki de kuantum dünyasının altında, hiçbir sabit yasa ve simetrinin olmadığı tam bir kaos dünyası vardır. Temel parçacıklar düzeyinde birleştirici teoremler olarak görünen varlık, temeldeki düzensizliklerin ortalaması olabilir. Nitekim gazların davranışını yöneten 18. yüzyıl yasalarının, daha sonra moleküllerin düzen-

siz çarpışmalarının ortalama etkileri olduğu bulundu. Nasıl ki kimyasal, toplumsal ve ekonomik sistemlerde kaostan düzen ortaya çıkabiliyorsa, Her Şeyin Teoremi de temel bir düzeyde ortaya çıkan rastlantısal işlemlerin istatiksel bir sonucu olarak kavranabilir.

HEİSENBERG BELİRSİZLİK İLKESİ

Temel fiziksel gerçeklik hakkında ne kadar bilgiye sahip olabiliriz? Belirsizlik ve kesinsizlik gerçek dünyanın doğal özellikleri midir yoksa bizim bilgimiz ister istemez sınırlı mıdır? Heisenberg belirsizlik ilkesi buna benzer soruları gündeme getirmektedir. Ayrıca o, bilgi ve organizasyon teoremleri için geniş anlamlar ve potansiyel uygulamalar içermektedir.



Kuantum gerçekliği tuhaf, belirsiz ve gölgeli bir alandır. Onu ne kadar çok saptamaya çalışırsak, o kadar bizden uzaklaşır. Belirsizlik İlkesi bunun her zaman böyle olması gerektiğini belirtir; temel fiziksel gerçeklikle uğraşırken her zaman kısmi doğruluk ve belirsizlikle yetinmek zorundayız.

Bir parçacığın hem konumu hem de momentumu olduğu düşünülmüştür hep. Bir parçacık her zaman bir yerde (bir konuma sahip) bulunur ve daima belirli bir hızda yol alır. Ama ikisini birden asla bilemeyiz. Konumu ölçmeye veya odaklamaya kalkışırsak momentum değişir, momentumu ölçmeye kalkışırsak

da konumu kaybederiz. Bu, kuantum gerçekliğinin içerdiği, dalga ve parçacık (Bkz. DALGA/PARÇACIK İKİLİĞİ), enerji ve zaman, süreklilik ve süreksizlik gibi diğer tamamlayıcı (Bkz. TAMAMLAYICILIK) çiftler için de geçerlidir. Çiftin herhangi bir üyesini bir yerde tespit etmek, diğer üye hakkındaki bilgimizi belirsizleştirir.

Bir parçacık uzay ve zamanın içinde kesin bir yerde bulunur ama bu, onu komşularından "ayırır" veya "uzaklaştırır." Bir dalga ise uzay ve zaman içinde yayılır ve komşularıyla –ve belki evrendeki tüm dalgalarla– anlık, bütüncül bir ilişkiye sahiptir ancak o hiçbir yere veya zamana yerleştirilemez. Bir kuantum cisminin parçacıksal özelliklerine odaklanırsak, bütün pahasına izole edilmiş parçayı adamakıllı kavrarız. Dalgamsı özelliklere odaklanırsak da bütünü kavrarken, parçanın veya parçacığın üzerine eğilme imkânını yitiririz.

Belirsizlik İlkesi doğaya niçin uygulanmaktadır? Doğa niçin belirli (kesin) ve belirsiz (saçaklı) yanları olan tamamlayıcı çiftlere sahip görünmektedir? Bunun cevabı kuantum teoreminin temel gerçekliği, sonsuz imkânlar sergileyen dalgamsı bir olgu olarak tarif etmesiyle ilintilidir. Bir parçacık bir zamana veya mekana yerleşene kadar herhangi bir yerde veya zamanda olma imkânına sahiptir. Kuantum teoreminde parçacığın matematiksel tarifi Schrödinger denklemi diye bilinir. (Bkz. DALGA FONKSİYONU VE SCHRÖDİNGER DENKLEMİ) O parçacığın tüm imkânlarının bir ifadesidir. Ancak onlardan biri gerçekleştiğinde, parçacık sadece bir yere veya zamana yerleştiğinde tüm diğer imkânlar yok olur. Fizikte bu, DALGA FONKSİYONUNUN ÇÖKÜŞÜ diye bilinir.

Hayatımızda bizler de Belirsizlik İlkesine benzer bir şeyi yaşarız. Bir durumla ilgili olgulara odaklanabileceğimiz gibi, kendimizi onu "hissetmeye" de adayabiliriz. Olgulara odaklanmak bütünün bilgisini, perspektifini kaybetmemize mal olur; perspektif edinmek ise durumun ayrıntılarından uzaklaştırır bizi. Bizler hiçbir zaman hem mesafeli gözlemciler hem de ilgili katılımcılar olamayız. Aynı şekilde, açık ve belirli bir alana odaklanırken (analitik olup) bulanık bir düşünceler silsilesine veya serbest çağrışımlar dizisine kapılmak noktasında biz de zorlanırız (şiirsel). Çoğu organizasyonlarımızı, katı kurallar

ve sıkı bir yapı ile yaratıcı, fıtri bir oluş sürecine bırakılması arasında bir tercihte bulunmak zorunda kalırız. Sıkı yapı bize kontrolü sağlama imkânı verirken yeniliğin faydalarından mahrum bırakır. Bir pazarlama yöneticisi belli bir anda pazardaki kesin satış oranlarının hızlı ve eksiksiz bilgisini elde edebilir ama muhtemelen, bunu pazar talebini etkileyen bütüne şamil yönelimin idrakına varmaktan mahrum kalmak pahasına yapar. Aynı şekilde bir piyanist zor bir parça için teknik geliştirmeye odaklanma pahasına geçici de olsa müzik parçasının genelde bütünsel duyusunu veya hissini kaybeder.

Fizikçiler belirsizlik ve kesinsizliğin gerçek dünyanın olgusal özellikleri mi yoksa salt bilgimiz ve deneyimimizin sınırlayıcıları mı olduğu üzerinde yıllarca tartışmışlardır. "Saklı Değişkenler Teoremi" ile David Bohm, tüm değişkenlerin bizler onların tümünü ölçemesek de kesin değerlere sahip olduğunu savunmaktadır ancak bu düşünce Özel İzafiyet ilkeleriyle uyuşmamaktadır. Bir dizi deneyler ve karmaşık savlar, çoğu fizikçiyi, gerçekliğin doğası gereği "belirsiz" olduğuna veya en azından belli bir zamanda hem açık hem de belirsiz yanlara sahip olduğuna inanamamaya itmiştir. Onun üzerinde odaklanmaya çalışmak, uçucu bir dansı kavramaya çalışmaya benzer.

Belirsizlik İlkesi, bir durumda belirsizliğin, kesinsizliğin ve tahmin edilmezliğin bulunduğu şeklinde anlaşıla gelmiştir. Terimin böyle kullanılması fizikteki etkin anlamına uygundur fakat bizzat fizikte Belirsizlik İlkesi, bir çift tamamlayıcı seçenek arasından birini veya diğerini tercih etmek zorunda olduğumuz anlamına gelir.

HOLİZM

Eski fizik atomcuydu; kuantum fiziği ise temelde holistiktir. Bu ne demektir?

Holizm ATOMCULUK'un tamamen karşısında olan felsefi bir kavram veya düşüncedir. Atomcu herhangi bir bütünün ayrı parçalara ve onlar arasındaki ilişkilere bölünebileceği veya analiz edilebileceğine inanırken, holist bütünün esas olduğunu ve genellikle parçaların toplamından fazlasını içerdiğini savunur. Atomcu, varlıkları onları daha iyi anlamak için parçalara ayırır; holist, varlıkları ve sistemleri bir bütün olarak görür ve böyle

görüldüğünde onlar hakkında daha fazlasını bilebileceğimizi ve onların doğasını ve amacını daha iyi anlayabileceğimizi savunur.

Leucippus ve Demokritos'un eski Yunan atomculuğu (M.Ö. 5. yüzyıl) klasik fiziğin habercisiydi. Onların görüşlerine göre, evrendeki her şey çeşitli türlerdeki, bölünmez, parçalanmaz atomlardan oluşuyordu. Değişiklik bu atomların yeniden düzenlenmesiydi. Bu düşünce biçimi onlardan önce gelen Parmenides'in holizmine bir tepkiydi. Parmenides temel bir düzeyde dünyanın değişmez bir bütün olduğunu savunuyordu. Ona göre, "Her şey Birdir. Bölünemezdir, bu yüzden bütünüyle süreklidir... O her yanıyla, tıpkı yuvarlak bir küre kütlesi gibi tamdır."

17. yüzyılda, klasik fiziğin atomculuk ve indirgemeciliğe yeni bir vurguda bulunduğu zamanda, Spinoza, Parmenides'i anımsatan holistik bir felsefe geliştirdi. Spinoza'ya göre, dünyada gördüğümüz tüm farklılıklar ve belirgin bölünmeler, aslında temelde yatan tek bir varlığın değişik yanlarından başka bir şey değildir. O bu varlığı Tanrı veya doğa diye adlandırmıştı. Panteist, dini tecrübeye dayalı, temeldeki birlik üzerine yapılan bu vurgu büyük ruhani geleneklerin çoğunun mistik düşüncesinde yankı bulur. Bu, ayrıca tüm varlıklar evrensel bir havuzun üzerindeki dalgalarmış gibi, tüm varlığı temeldeki KUANTUM VAKUMU'nun bir uyarılması olarak tarif eden modern KUANTUM ALAN TEOREMİ'ndeki gelişmeleri de yansıtır.

Kendi holistik felsefesini doğa ve devlete dayandıran Hegel de tüm varlıkların birliğini temel alan mistik bir görüşe sahipti. Doğa tek bir zamansız, birleşik, akılcı ve ruhsal gerçekliğe sahipti. Hegel'in devleti bir yarı mistik, kolektif, "görünmez ve yüce gerçeklik" idi. Ona katılan bireyler özgün kimliklerini ondan elde ediyorlardı. Sadakat ve bağlılıklarını ona borçlu idiler. Tüm modern kolektivist siyaset düşünürleri –kuşkusuz Karl Marks da buna dahil– genellikle farklılık, parça veya bireyin önemini asgariye indirme pahasına grubu, bütünü, birliği, yüksek kolektif gerçekliği öne çıkarmaktadırlar. Hepsi bireyciliğin karşısında, ferdi üyelerin karakterleri ve iradeleri üstünde ve ötesinde kendine ait özgür bir iradeye ve karaktere bir şekilde sahip bulunan sosyal kuvvetlerin veya sosyal bütünün altını çizmektedirler.

20. yüzyıl, politika, toplumsal düşünce, psikoloji, iş idaresi teoremi ve tıp gibi çok çeşitli alanlarda holizme yönelik deneme

kabilinden bir dizi harekete şahit olmuştur. Bunlar Marks'ın düşüncesinin Komünist ve Sosyalist devletlerde uygulanmasını, ortak yaşam denemelerini, Gestalt psikolojisinin doğuşunu, SİSTEMLER TEOREMİ'ni ve alternatif tıpta kişiyi bütün olarak ele almayı kapsamaktadır. Tüm bunlar, yabancılaşma ve parçalanmayı beraberinde getiren aşırı bireyselciliğe bir tepkiydi ve insanların birbirlerine ve çevreye karşılıklı bağımlılığının sağduyuya dayalı kabulünü ifade ediyordu.

Atomculuk klasik fiziğin büyük çaplı başarılarıyla meşru kılınırken holizm fen bilimleri içinde böyle bir temel bulamadı. Yeni bir felsefi konumdan ziyade bir vurgu değişikliği olarak kaldı. Onu biyolojideki organizma düşüncesi –biyolojik ve ekolojik sistemler arasında ortak ilişkinin ve biyolojik yapının belirmesi– üzerinde temellendirme girişimleri olduysa da bunlar da nihayetinde daha basit parçalara, onların özelliklerine ve aralarındaki ilişkiye indirgenebilirdi. Toplulukların karmaşıklığını vurgulayan 'Sistemler Teoremi' bile çeşitli bileşke parçalar arasındaki nedensel geribildirim halkaları ile aynı şeyi yapmaktadır. Sadece kuantum teoremi ve kuantum varlıklarının asli varlığı veya özdeşliğinin kendi bağlamlarına ve ilişkilerine bağlılığı ile sahiden yeni, "derin" bir holizm ortaya çıkmaktadır.

IŞIK HIZI

Bir vakumdaki ışık hızı doğanın birkaç evrensel sabitinden biridir. (Işık camdan veya sudan geçerken kırılmadan dolayı yavaşlar.) 1676'da, Ole Christensen Romer, teleskopuyla, Jüpiterin uydularının düzenli tutulmalarının, Jüpiter dünyadan çok uzaklaştığında geciktiğini gözlemleyebilmişti. Bu gecikmenin, ışığın Jüpiter'den bize gelirkenki sınırlı hızından kaynaklandığını biliyordu ama güneş sisteminin tam olarak ne kadar geniş olduğunu bilmediğinden ışık hızını doğru şekilde hesaplayamamıştı.

Modern teknoloji, ışığın saniyede 186.000 mil (saniyede $3x10^{10}$ santimetre.) yol aldığını keşfetmemizi sağlamıştır. Bir saniyeden daha az bir sürede dünyanın çevresini yedi kez dolaşabilmektedir. Buradan aya bir buçuk saniyeden daha az bir sürede gidebilmektedir. Güneşe sekiz dakikada ve en yakın yıldıza dört yılda gidebilmektedir.

ÖZEL İZAFİYET, ışık hızının evrensel hız sınırı olduğunu belirtmiştir. Hiçbir maddi nesne bu hıza ulaşamaz. Herhangi bir nesne, hızlandıkça belli miktarda madde kazandığına ve ışık hızında bu miktarın sonsuz olduğuna göre, bu hıza onu kavuşturmak için sonsuz miktarda bir enerjiye gerek olacaktır. Aynı şekilde, ışığın kendisi sadece küçük ve sınırlı bir kütleye sahip olduğu için, yavaşlarsa kütlesi sıfır olur.

İŞLEVSELCİLİK

Bir şey ya da kişi faydasından daha çoğu mudur? Varlıkların ve kişilerin birbirlerini nasıl etkilediklerini veya çevreleriyle kurdukları nedensel etkileşimi açıkladığımızda, onlar hakkında söylenecek her şeyi söylemiş mi oluyoruz? Bir işlevselci, buna "Evet", yanıtını verir.

İşlevselcilik, BİLGİSAYAR TABANLI PSİKOLOJİ ile YAPAY Zekâ'nın en ortak felsefi konumudur. Bu görüş, açlık vb gibi her zihinsel hâlin, bilimsel olarak açıklanabildiği müddetçe, onun nedensel rolü –onun diğer zihinsel hallerle ve dış uyarım ve tepkiyle etkileşim kurma biçimi– açısından da tam olarak açıklanabileceğini savunmaktadır. Açlık, zihinsel hayallere ve yiyecek arama davranışına neden olan zihinsel bir durum olarak tanımlanabilir ve keskin bir kızarmış biftek kokusu uyarımına tepki olarak ortaya çıkabilir. Kızgınlık ve panik gibi diğer zihinler hâller de, aç olanın başarılı yiyecek bulma davranışı sergileyememesiyle ilintili olarak tanımlanacaktır.

İşlevselcilik, DAVRANIŞCILIK'ın ilk kuzenidir ancak davranışın temelini oluşturan süreçler ve ilişkileri açıklamada onun ötesine geçer. Davranışçılık, sadece bizim gözlemleyebileceğimiz davranışı açıklar: Zil çaldığında köpek nasıl hareket eder. Oysa işlevselcilik, beynin çeşitli bölümlerinin veya değişik zihinsel hallerin ve onların etkileşimlerinin görünür davranışı ortaya çıkarmak üzere nasıl işlediğini açıklar. Dolayısıyla o, davranışın temelindeki nedensel faktörleri analiz etmede daha ayrıntılı bir çabayı içerir. İşlevselcilik, organizmanın farklı algıları, inançları ve tutkularına karşılık gelen çeşitli içsel zihinsel halleri açıklarken, davranışçılık organizmayı bir "kara kutu" alarak görür. (Bkz. KARA KUTU.)

İşlevselcilik, bir zihinsel hâl içinde pek çok çatışan veya rekabet eden güdülere sahip olabildiğimiz gerçeğini –açlık duyarım ve onunla ilişkili olarak yiyecek bulma isteğim belirir; aynı zamanda yiyecek bulmaya direnirim, çünkü şişmanımdır– ve her kişiliğin pek çok "alt kişilikler" içerdiği savındaki psikolojinin ortak kanısını barındırır. Bilgisayar programlarını, "alt programlar"a, daha geniş bir program kapasitesi içinde sınırlı bir işlemi ("yazı kontrolü" gibi) yerine getiren unsurlara bölebiliriz. Ancak işlevselcilik, davranışçılık gibi, davranışımızın kendisini –açlığın açlık oluşu veya umutsuzluğu, acının acılığı veya niyetlerimiz ve hislerimiz– açıklamaya dönük her çabayı atlar (Bkz. BİR BİLİNÇ BİLİMİNE DOĞRU)

Ilımlı işlevselciler, öznel deneyim olgularının varlığını kabul ederken, onların nesnel bilimin alanının dışında olduğunu savunurlar. Katı işlevselciler ve çok sayıda davranışçı ise, öznel olgular yoktur, olsa bile, her ne iseler önemsizdirler ve gözlemlenebilir davranış üzerinde hiçbir etkiye sahip değillerdir, şeklinde daha aşırı bir görüşe bağlanmıştır. Bu sağduyuya ters düşmektedir. (Bkz. ZİHİN-BEDEN SORUNU) Katı işlevselcilik, TURİNG HİPOTEZİ'nin –bir sistem bilinçliymiş gibi davranıyorsa, onun gerçekte öyle olup olmadığı hakkında fikir yürütemeyiz– temelindeki felsefedir.

İKİZLER PARADOKSU

ÖZEL İZAFİYET'te, olguların kütle, uzunluk ve zaman ölçümleri, her biri kendi eylemsiz referans sisteminde bulunan gözlemci ile gözlenenin izafi hareketine bağlıdır. (Bkz. EYLEMSİZ REFERANS SİSTEMLERİ) Sonuç, IŞIK HİZI'na yakın izafi hızlarda önemli derecede büyük olur. Deneyler bunu doğrulamaktadır. Parçacık hızlandırıcılarındaki veya kozmik ışınlardaki hızlı yol alan, kısa ömürlü parçacıklar, hızları artınca, bize daha çok yaşıyorlarmış gibi görünür.

Buradaki paradoks, iki eylemsiz referans sistemi birbirlerine göre ışık hızına yakın hızda yol aldığında belirmektedir. Ayrı ayrı uzay gemilerinde bulunan iki gözlemci birbirlerinin yanından geçerlerken, her biri kendininkine göre diğerinin "zaman"ının yavaşladığını fark eder. Eğer ikizlerden biri, bir uzay gemisinin

içinde büyük bir hızla uzaklara gidip çok zaman sonra geri dönse ne olur? Bir ikiz diğerinden daha genç olamaz.

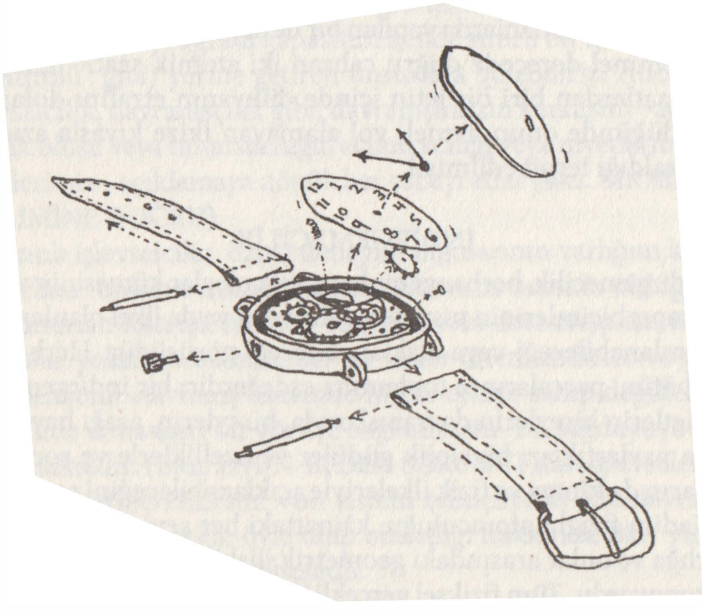
"İkizler paradoksu", GENEL İZAFİYET'te bir paradoks olmaktan kurtulur. Doğrusu hızla uzaklara giden ikiz geri gelmek için döndüğünde hızını artırmış (ivmelenmiş) olmalıdır; bu ikiz yolculuğu sırasında bir eylemsiz referans sistemi içinde değildi. Son zamanlarda yapılan bir deney bunu doğrulamıştır: Mükemmel derecede doğru çalışan iki atomik saat, "ikizler" idi. Saatlerden biri bir jetin içinde dünyanın etrafını dolaştı. Döndüğünde onun, ivmeli yol alamayan ikize kıyasla azıcık geri kaldığı tespit edilmişti.

İNDİRGEMECİLİK

İndirgemecilik, herhangi bir karmaşık olaylar kümesinin veya davranış biçimlerinin nispeten daha basit ya da ilkel olanlarıyla tanımlanabileceği veya açıklanabileceği görüşüdür. Herhangi bir bütün, parçalarının toplamına eşdeğerdir; bir indirgemeci, milletlerin bireylerin davranışlarıyla, bireylerin, aşağı hayvanlarla paylaştıkları biyolojik güdüler ve özelliklerle ve sonuçta onların da kimya ve fizik ilkeleriyle açıklanabileceğini savunur.

Kadim fiziğin atomculuğu, kâinattaki her şeyin birkaç basit varlığa ve onlar arasındaki geometrik ilişkilere ayrılabileceğini savunuyordu. Tüm fiziksel gerçekliğin, birkaç parçacık ve onlar arasında etkili olan yasalara ve kuvvetlere indirgenebileceğini savunan klasik fizik, özünde indirgemecidir. Modern kimya, kimyasal özelikleri, 90 elemente ya da çok temel elementlere (atom türlerine) ve onların birleşim yasalarına indirgerken, matematikçiler, tüm matematiksel doğruluğun evrensel bir aksiyomlar ve ilkeler kümesiyle açıklanabileceğini öne sürmeye çalışmışlar; daha sonra GÖDEL TEOREMİ bunun imkânsız olduğunu göstermiştir. (Bkz. SOSYOBİYOLOJİ; YAPISALCILIK) Esasen, indirgemecilik Occam'ın usturası ilkesine –diğer unsurlar eşit olduğunda, herhangi bir olay veya davranış için en basit modeli veya açıklamayı tercih ederiz– çok benzer. Bu düşünce tarzı, genelde işe yaramış ve insanlara, karmaşık dünya kavrayışlarını ve tecrübelerini en azından şeylerin oluş biçimini nispeten yapılandırma imkânını vermiştir. Ama basit açıklamalar ve nispi isabetler geçici olmalıdır; 20. yüzyılın fiziğinde çok önemli bir

rol oynamış BELİRİŞ, ilişkisel HOLİZM ve KARMAŞIKLIK gibi konuların çarpıcı bir şekilde gösterdiği gibi. Düzgün basit şemalardan yana duygusal bir tercih hüsnükuruntu doğurabilir –kapsamlı ve "karışık" dünya görüşlerinden yana bir tercih de elbette aynı şeyi yapabilir–.



Newton'un üç hareket yasasının gücü ve güzelliği ve modern bilimin kaydettiği inkâr edilemez başarı, bilim kaynaklı daha büyük bir indirgemeci paradigmaya yol açmıştır. Bu da bilimden bilimciliğe, nihayetinde her şeyin bilimsel düşünce içinde modellendirilebilir olduğu ve modellendirilmesi gerektiği savına götürmüştür. O, ayrıca nihai olarak, aklın beyne indirgenebildiği gibi her şeyin de maddenin özelliklerine indirgenebileceği görüşündeki materyalizme de katkıda bulunmuştur. Bununla birlikte duygu, estetik ve dini deneyimin, biyolojik içgüdü, beyindeki kimyasal dengesizlikler ya da genetiği ve fiziği yöneten kurallara indirgenebileceği görüşünü de desteklemiştir. Bu görüşe karşı 20. yüzyılın tepkisi izafiyetçiliktir; bilim belki de orta yoldur. (Bkz. İZAFİYET VE İZAFİYETÇİLİK)

İNSAN GENOMU PROJESİ

İnsan Genomu Projesi, bilim adamlarının insanın tüm genetik şifresini okumaya çalıştıkları, kapsamlı, uluslar arası bir işbirliğidir. Vücuttaki her bir hücrenin çalışmasını ve gelişimini belirleyen talimatlar, kromozomlar boyunca uzanmış kimyasal bileşikler (genetik mesajın harfleri) olarak yazılmıştır. Her ne kadar, şifrenin temel alfabesi ve "noktalama işaretleri" ve az sayıda bir kısım genler saptanmışsa da, tüm mesajı çözmek yıllarca sürecek uyumlu bir çalışmanın sonunda gerçekleşebilir.[5]

Bir hücredeki genetik materyal, iyi bir mikroskopla görülebilen ipliksi bir görünümdeki kromozom çifti –bakteride bir çift, insanda 23 çift– boyunca yerleşmiştir. Her kromozom binlerce gen içerir; her gen bir bilgisayar programı gibi işlev gören DNA moleküllerinden oluşan uzun bir dizilimdir. İnsan genomu yaklaşık 100.000 tane gen içerirken, bir virüs çok az sayıda gene sahiptir. Her gen, belirli bir protein yapımı için bir talimattır. Tüm genler her hücrede bulunur ancak bazı "aktif" genler hücreden hücreye değişir. Pek çok insan geni hiçbir hücrede aktifleşmez ve bilim adamları onların niçin orada olduğunu bilmemektedir.

Genetik şifre, her canlı hücrede gerçekleşen çeşitli metabolik işlemleri düzenler. DNA, hücre gelişimi ve onarımı için bilgi taşır; bir hücrenin karaciğer, kalp, kan, kas vb hücresi olarak çalışması için talimat verir. Kızıl saç, yeşil göz, boy, atletik yetenek, hemofili, şizofreni ve daha bir sürü özellik kısmen ya da tamamen DNA'nın moleküler mesajı tarafından belirlenir.

DNA'nın keşfinden çok önce, göz ve saç renginin, genel boyun ve bir dizi tıbbi hastalığın (hemofili gibi) kalıtsal olduğu biliniyordu. Göğüs kanseri, manik depresyon ve şizofreniye ailelerde rastlanıyordu ama bunların genetik bir temele mi sahip olduğu yoksa çevre (aile) koşullardan mı kaynaklandığı bilinmiyordu. 20. yüzyılın başlarındaki eugenik (eugenics) hareket, insanların seçilerek döllenmesinin kalıtsal hastalıkları ortadan kaldıracağını ve insan soyunun fiziksel mutluluğunu ve zekâsını artıracağını ileri sürecek kadar ileri gitmişti.

---

5. Yaklaşık 20 yıl devam eden İnsan genom projesi çalışmalarının %97'lik bölümü 2000 yılı içinde tamamlandı. Projenin kesin sonuçlarının ise 2003'te açıklandı. (y.h.n.)

Ancak DNA molekülü boyunca uzanan dört harflik "alfabe"[6] ile kodlanan genetik talimatların keşfiyle kalıtım, tam olarak bilimsel bir temele oturtulabildi. DNA'nın moleküler fiziksel özelliklere ya da hastalıklara karşılık gelen kısımları bulundu. Örneğin, şifrenin saç ve göz rengini belirleyen kısımları keşfedildi. Diğer durumlarda şifre, topyekûn bir mizaç oluşturmak gibi bir sonucu pek belirlemez. Bu nedenle şişmansak bundan dolayı ebeveynlerimizi suçlayabiliriz; lâkin durumu düzeltmek için diyet ve yaşam tarzı önemli rol oynayabilir.

DNA şifresini çözmenin bir dizi hastalığı tedavi etmenin bir yolu olduğunu doktorlar ve biyologlar dile getirmişlerdir. Metabolik bir bozukluğun hatalı genetik talimatların sonucu olduğu bir durumda, hastanın DNA'sına doğrulanmış mesajı yerleştirmek (gen terapisi) bir gün mümkün olabilir. Arızalı DNA'ya sahip ailelere çocuk sahibi olmamaları tavsiye edilebilir. DNA testi, ayrıca, bir kişinin örneğin kanser ya da kalp hastalığına dayanamama olasılığını da gösterebilir. Bazı kişilerin gırtlak kanserine genetik bir eğilimi olduğu kuvvetle muhtemeldir. Basit bir test yüksek risk taşıyan ve artık sigaradan uzak durması gereken kişileri gösterecektir. Özel bazı genler de kişinin tahmini yaşam süresi hakkında bilgi verebilir.

İşin büyüklüğü göz önüne alındığında, İnsan Genomu Projesi ancak uluslar arası düzeyde yürütülebilir. Tamamlanması yılları alacak bir projede, dünyanın çeşitli bölgelerindeki takımların her biri, DNA molekülünün belirli bir kısmından sorumlu olacaklardır. Pek çok bilim adamı, bunu uluslar arası işbirliğiyle nelerin başarılabileceğinin bir örneği olduğunu ve insan genomunun çözülmesinin köklü bir bilimsel buluş olacağını düşünmektedir. Elde edilecek büyük faydalara –hastalığın işleyişini anlamak, muhtemel tedavileri keşfetmek, çok çeşitli hastalıkları ortadan kaldırmak ve insan organizmasını daha derinden kavramak– işaret etmektedirler. Bu proje bilinçsiz bir ironiyle atom bombasının geliştirilmesi için yürütülen Manhattan Projesi ile bazen kıyaslanmaktadır.

Projeye daha eleştirel yaklaşan bilim adamları da vardır. Onlar, büyük ölçekli mali kaynağın ve çok sayıda bilim adamının, nihai anlamda bilimsel açıdan daha ilginç sorunlar olduğu kanıtlana-

6. A (adenin), T (timin), C (Sitozin), G (guanin). (y.h.n.)

bilecek olanlardan uzaklaştırılacağını dile getirmişlerdir. DNA şifresini çözme işinin çok yavaş ilerlediğini ve bu çalışmayla derin ya da esaslı derecede yeni bir şey keşfedileceğinin de kesin olmadığını savunmaktadırlar.

Proje ayrıca ahlaki ve sosyolojik zeminlerde de eleştiriye tabi tutulmaktadır. Genetik materyalin kullanılabilmesi devasa bir güç sağlayacaktır ve insan soyunun geçmişi onun kararlarının bilgeliği ve yeni teknolojinin kullanım şekli açısından cesaret verici değildir.

Ayrıca bazıları, İnsan Genomu Projesinin, davranış unsurlarının özel genetik mesajlarla ilişkilendirildiği, aşırı bir bilimsel indirgemecilik türü olduğunu iddia etmektedirler. Bazı davranışlar, genlerin karmaşık, doğrusal olmayan etkileşimlerine bağlıdır. IQ için ya da güçlendirilmiş sinirsel bağlantılara sahip beyinler geliştirmek için gen seçimi yapmak aslında mümkün olabilir. Yine de tüm bunlar, müstesna bir matematikçi ya da sanatçı yetiştirmekten çok uzak şeylerdir. İnsanın yetenekleri karmaşıktır ve bir tek zekâya değil pek çok faktöre bağlıdır. Onunla orantılı olgunluk, güdü, irade gücü, tasavvur, yaratıcılık ve bir dizi diğer yetenekler olmadan tek başına zekâ, değersizdir. Her ne kadar genetik materyal belli karakter özellikleri doğurabilse de bu, yetişkin bir insanın nasıl düşündüğü, hissettiği ve davrandığını anlamaktan çok uzak bir olgudur.

İnsan Genomu Projesi, kaçınılmaz olarak, müfrit saldırganlık için insan orduları tasarlamak ya da belli işler için psikopatlar üretmek gibi müthiş senaryolar ortaya çıkarmıştır. Keza onun iyi tarafı bile sorgulanabilir. Suça iten genler tespit edildiğinde ne olacak? Bunlar yok edilecek mi yoksa toplum dışına itilmişler ve uyumsuzlar, mevcut toplumun eleştirisi olarak tuhaf da olsa faydalı bir işlev mi görecek? Cinsel karakterle ilişkili farazi bir geni kullanma kapasitesiyle toplum nasıl baş edecek?

Peki ya faydalar, mucize tedaviler? 20. yüzyıldaki pek çok tıbbi ilerlemeye rağmen, yaşam tarzı, genel koruyucu tıp ve gerekli olduğu yerde şimdiki cerrahlık, genel sağlık alanında ağırlıklı öneme haiz faktörler olmayı sürdürecektir. Daha güzel bedenler üretme hayali bile estetiğin toplumsal olarak koşullandırılış biçimiyle ilintili çetin sorunları barındırmaktadır.

Çoğu bilim adamı, bu sorunları, projenin bütüncül önemini azaltmayan yan mevzular olarak değerlendirmektedir. Yine de İnsan Genomu Projesi, sonuçta, bilimin varsayılan amacından ziyade bizi ve toplumumuzu yansıtan meseleleri gündeme getirmektedir.

İNSANCIL PSİKOLOJİ

"İnsan her şeyin ölçüsüdür" savındaki insancıl felsefenin kökleri eski Yunan'a dayanır. Asırlar boyu değişik zamanlarda o, insanın üstünde bir otoriteyi öne çıkaran veya insanı ondan daha az olan bir şeye indirgeyen teolojik ve politik mutlakçılık, materyalizm ve indirgemeci bilime karşı durmuştur. Psikolojide insancıllık, iki başat psikolojik modele, DAVRANIŞÇILIK ve Freud'dan esinli psikodinamik teoreme (Bkz. PSİKODİNAMİK VE PSİKOTERAPİ) karşı "üçüncü bir güç" olarak değerlendirildiği 1950'lerde önem kazanmıştır. İnsancıl psikolojide, kendi hayatını kurmaya muktedir ve fırsat verildiğinde "kendini gerçekleştirme" kapasitesine sahip her bireyin önemi ve biricikliği üzerinde vurgu yapılır. Bu gelişme ya da içsel potansiyeli tamamen ortaya çıkarmadır.

Carl Rogers insancıl psikolojide önde gelen bir şahıstır. Onun düşüncesi terapide, iletişim gruplarında, eğitimde ve yönetim eğitiminde uygulanmıştır. Rogers, bireylerin, başkalarının –aileler, öğretmenler, iş arkadaşları, amirler vb– olumsuz tavır ve davranışları tarafından zarar gördüğünü düşünüyordu. Eğer terapist, destekleyici bir atmosfer ve "şartsız olumlu bir ilgi" temin etmek suretiyle bu zararı tersine çevirebilirse, Freudçu terapinin ayırt edici özelliği olan biçimsel analiz ve yorumlara gerek kalmadan hasta, yavaş yavaş öz-saygısını ve etkin kapasitesini geliştirebilirdi.

İnsancıl psikolojide öncü düşünürlerden biri olan Abraham Maslow, insani ihtiyaçların bir hiyerarşisi olduğu savıyla önemli bir düşünce katkısı yapmıştır. İnsanlar, yüksek ihtiyaçları daha çok tatmin zevkine ulaşmak için daha aşağı ihtiyaçları tatmin etmelidirler. En aşağıdaki ihtiyaçlar yiyecek gibi fizyolojik olanlardır. Onlardan sonra güvenlik, sevgi ve saygı gibi daha yüksekleri gelir. En sonda da kendini gerçekleştirme ihtiyacı bulunur. Maslow, sıradan insanların zirve deneyimlerini ve

Abraham Lincoln ve Albert Schweitzer gibi kendilerini gerçekleştirmiş kişiler olarak kabul ettiği büyük adamların hayat hikâyelerini inceledi. İnsancıl psikoloji yelpazesinin bu daha pozitif, gelişme-amaçlı ucunu, hastalık, uyumsuzluk ve temel yetenekler üzerinde odaklanan önceki terapiler ve davranışçılık ihmal etmiştir.

Kendini gerçekleştirmiş hayatın insancıl vizyonu, otorite karşıtlığının genel ruh hali ve radikal politikayla birlikte 1960'larda hippiler tarafından gönülden benimsendi. O yıllarda, bilinci genişletmek ve içsel gelişmeyi teşvik etmek için pek çok terapiler ve uygulamalar vardı. Kimyasal maddeler, doğu meditasyonu uygulamaları, cinsel deneyim ve ortaklaşa yaşam çabaları bunların birkaçıdır. Bununla birlikte uzun süreli etki, bireyler ve toplum açısından beklenildiği kadar dönüştürücü olmadı. Bu, muhtemelen, en azından bu uygulamaları benimseyen pek çok kişinin kendini gerçekleştirme söylemlerinin öngördüğünden daha az olgun ya da psikolojik açıdan daha az gelişmiş olmalarından kaynaklanıyordu. Ve açıkçası saygın amaçlar, hayata karşı narsist bir tavrı genelde mantığa bürümek için kullanılmıştır.

Yine de 1960'ların insancıl terapisi, kendinden önce gelen daha otoriter, tek yanlı, gayri şahsi terapilerine karşı faydalı bir ıslah ediciydi. Onun ruhundan bir şeyler varlığını korudu. Yönetim uygulamaları, eğitim psikolojisi, hatta psikoterapi daha az biçimsel ve otoriter oldular ve bireyin iyiliği ve gelişimiyle daha çok ilgilenmeye başladılar.

İnsancıl psikolojinin güçlü ve zayıf yanları ne olursa olsun, onu bilimsel bir paradigmanın içinde görmenin mümkün olup olmadığı sorusu hâlâ cevap beklemektedir. Onun ilgileri ve odak alanları, açıkçası, insan psikolojisinin her zaman önemli olan yanlarıyla ilintilidir ancak onlar, davranışçılık ya da psikodinamik teoremin odaklandığı konular kadar deneysel incelemeye ya da nicelleştirmeye elverişli değildir. Sorumluluk, benlik ve kişisel gelişim gibi kavramların daha açık bir tanımını yapmak gereklidir ve onlar, eğer mümkünse, nöroloji ve bilgisayar bilimiyle daha ileri düzeyde ilişki kurmaktan faydalanabilirler.

İSTATİSTİKSEL MEKANİK

İstatistiksel mekanik, TERMODİNAMİK'in yasalarını atomlar ve moleküller açısından açıklar. Termodinamik, 19. yüzyılın başlarında, makinelerin verimini değerlendirmek için iş ve ısı arasındaki ilişkinin bir ifadesi olarak formüle edilmiştir. Onun temel kavramları –sıcaklık, ısı, iç enerji ve ENTROPİ– atomların varlığının kanıtlanmasından çok önce tanımlanmıştı. Bu kavramlar, daha ileri analize tabi olmayan doğanın temel nitelikleri olarak kabul edilmişti. TERMODİNAMİĞİN BİRİNCİ VE İKİNCİ YASASI bu nitelikler arasındaki ilişkileri açıklar.

19. yüzyılın sonuna doğru, fizikçi Ludwig Boltzmann termodinamiğin yasalarının, varsayımsal moleküllerin temel hareketi açısından açıklanabileceğini öne sürdü. Sıcaklık, moleküllerin yol aldığı ortalama hızın bir ölçüsüdür: Moleküller ne kadar hızlanırsa sıcaklık da o kadar artar. Isı bir maddenin içindeki toplam moleküler enerji açısından ele alınıyordu. (Bkz. MUTLAK SIFIR; ATOMCULUK)

Boltzmann ayrıca entropinin moleküler bir açıklamasını da yaptı: O, moleküler düzensizliğin derecesidir. Kendi başına bırakıldığında, bir sistemin iç düzeni bozulur ve onun entropisi kendiliğinden artar. Entropiyi azaltabilmenin tek yolu, molekülleri daha düzenli bir şekilde konumlandırmaktır. Bu, buhar sıvılaştığında ya da su donduğunda gerçekleşir. Bu durumlarda moleküller yavaşlayarak, çekim kuvvetlerine karşı kendilerini belli modeller içinde düzenlerler. Yavaşlamak sıcaklıkta bir azalma demektir; bu yolla Boltzmann, entropi, sıcaklık, ısı ve iç enerjiyi moleküler hareketler açısından ilişkilendirmiştir.

En küçük bir madde zerresindeki moleküllerin sayısı bile astronomik büyüklüktedir. Moleküler hareketleri tartışmak konumuzun dışındadır. Boltzmann'ın yapabileceği en iyi şey, ortalama ve istatistiksel etkilerle, yani istatistiksel mekanikle çalışmaktı.

Boltzmann'ın düşünceleri onun zamanında kabul edilmedi. Etkili fizikçi ve düşünür Ernst Mach, gereksiz bir hipotez diye moleküller kavramını tümden reddetmişti. Bu reddedişle karşılaşan Boltzmann intihar etmiştir. Ancak ölümünden sonra yaklaşımının asli önemi anlaşılmıştır.

İZAFİYET VE İZAFİYETÇİLİK

Einstein'ın ÖZEL İZAFİYETİ genelde kültürel ve ahlaki izafiyetçiliğin entelektüel bir dayanağı olarak görülür. Einstein, kendi uzay-zaman çerçevemizin ötesindekini asla göremeyiz derken, izafiyetçi, bireyler veya kültürler neyin doğru olduğunu düşünüyorlarsa, o şeyin onlar için doğru olduğunu savunur. Herkesin kendi fikri veya uygulaması vardır. Nesnel standartlar, "doğru" düşünme veya uygulama biçimleri yoktur. İNDİRGEMECİLİK'e bir düşmanlık söz konusudur.

Bu çeşit şüphecilik ilk kez eski Yunan sofistleri tarafından ifade edilmiştir. Bir kişinin inançlarının genelde o kişinin bireysel güdülerini sürdürmek için en uygun bulduğu inançlar olduğu yönündeki Nietzsche ve Freud'un görüşlerinde de bu saklıdır. 20. yüzyıl antropologları farklı kabileler veya kültürler içinde sık sık çatışan, çok farklı inançları tespit etmişlerdir. (Fakat bazı temel evrensel hususlara rastlanmıştır, örneğin neredeyse tüm kültürler cinayet ve yalancılığı yasaklar.)

İzafiyetçilik 20. yüzyıl düşüncesinin derinlerine kök salmıştır. Bilim felsefecileri ve genelde filozoflar "dil oyunu"muzun (Wittgenstein), "durumumuz"un (Kıta varoluşçuları) ve "kültür"ümüzün (felsefi antropologlar) kısıtlayıcı sınırlarını vurgulamışlardır. Postmodern felsefenin büyük bir kısmı (yapısökümcü postmodernizm), her tür nesnel standart, kriter veya hüküm, sabit görüş açısı, kanı ve hatta mantığın kendisine karşı bir isyandır. Tüm bunların temelden yoksun olduğu ve özgür ruhu daralttığı düşünülür.

Bilimin içinde, Amerikalı bilim felsefecisi Thomas Kuhn, bilimsel bilgimiz her zaman bilginin adım adım birikmesi yoluyla ilerlemez der. Bazen çok farklı bir görüş açısına doğru bir devrim veya paradigma kayması yaşanır. (Bkz. GİRİŞ: YENİ BİLİM VE YENİ DÜŞÜNCE) İzafiyet teoremi ve kuantum mekaniğinin gelişmesi klasik fiziğin paradigmasından bu tür bir kayışı temsil etmektedir. Aslında "yeni bilim"in tamamı bu tür bir kaymadır. Kuhn, bu sürecin mantıksal yolla kanıtlanamayacağını veya tarif edilemeyeceğini savunur. O kendiliğinden olur ve olduğunda da bizi varlıklara yeni bir bakış açısına götürür.

Özel İzafiyet "her şey görecelidir" görüşünü desteklemez. Einstein'ın teoreminde, nesnel tanımlamalar vardır. "Gerçek"

dünyanın soyut ifadelerle yapılmış dört boyutlu bir uzay-zaman tanımı söz konusudur. Bu tanım tüm olası gözlemcilerin bakış açılarını içerir. Sadece bir gözlemcinin birisine sahip olabildiği bu bakış açıları bütünün soyut tanımıyla birbirleriyle ilişkilendirilir. Dolayısıyla sadece Tanrı'nın sahip olabileceği, tanrısal bir bakış açısı vardır. Bizim yapabileceğimiz en iyi şey onu matematiksel olarak formüle etmektir.

Özel İzafiyetin perspektifle bütün arasındaki ilişki hakkında söylediğine yakın bir benzetme, örnek bir görsel manzaraya farklı perspektiflerden baktığımızda elde ettiğimiz görüntüdür. Eğer tüm tekil nesneleri ve onların uzamsal yerlerini tarif edebilirsek, o zaman tüm manzaranın herhangi bir bakış açısından nasıl görüneceğini hesaplayabiliriz. Farklı perspektifler gelişigüzel veya öznel değil; her biri daha büyük bir bütünün bir kısmıdır. Biz, ise çeşitli bakış açılarının bilgisine sahip olmak suretiyle bütün hakkında bir fikre sahip olabiliriz.

Aynı şey empati yoluyla gerçekleşir –karşımızdaki insanın hissini veya tecrübesini yaşamamış olabiliriz, yine de onun, karşımızdaki için ne anlama geldiğini hissedebiliriz–. Ve o duyguyu hissetmenin veya bir başkası olmanın ne anlama geldiğini bilmek suretiyle insan olmanın ne demek olduğunu kavrarız. Aynı şekilde, Kuhn'un bilimsel paradigma kaymalarında, hem önceki bilim adamlarının dünya hakkında söylediklerini hem de bizim teknolojik ilerlememizin nasıl nesnel olduğunu anlamamız mümkündür.

Bir zaman diliminde yalnızca bir yanını tecrübe edebildiğimiz, çok yüzlü nesnel gerçeklik kavramı, Özel İzafiyetin temel fiziğe kazandırdığı kökten yeni bir kavramdır. Bu daha sonra kuantum mekaniği içinde açımlanmıştır. (Bkz. PERSPEKTİF VE ETKİLEŞİM) Ve bunun gündelik hayatımız içinde sonsuz uygulaması vardır. Bu, hem kişisel görüş açımızı hem de kişilerarası görüş açımızı aynı anda nasıl elde tutabileceğimiz konusunda bize yardım eder; kendi dünya görüşümüzü savunurken aynı zamanda dünya görüşlerinin kısmi doğrular olduğunu ve eşit doğrulukta başka dünya görüşlerinin bulunduğunu kabul etmemizde bize yardım eder. O bizim bazı zamanlar sinirli veya depresif başka zamanlar ve durumlarda ise farklı ruh halleri içinde bulunabileceğimizi anlamamıza

yardım eder ve böylece gelecek hakkında daha iyi bir görüş açısına sahip olabiliriz.

Aynı şey kültürel tutumlar için de doğrudur. Kendi tutumumuzun doğru olduğunu kabul ederken diğerlerinin de geçerliliğini onaylayabiliriz, böylece hepsinin, bizim asla dosdoğru göremeyeceğimiz büyük bir kültürel modelin farklı çehreleri olduğunu anlarız. Bunun üzerinde düşünmek, kendi inançlarımız ile başkalarının inançlarına yönelik daha olgun bir tavır geliştirmemize yardım edebilir. Tao Te Ching'in açılış cümlesinden bu iki düzeyli farkındalığa ilişkin bir ipucu elde edebiliyoruz: "Kelimelerle ifade edilebilen şey nihai hakikat değildir."

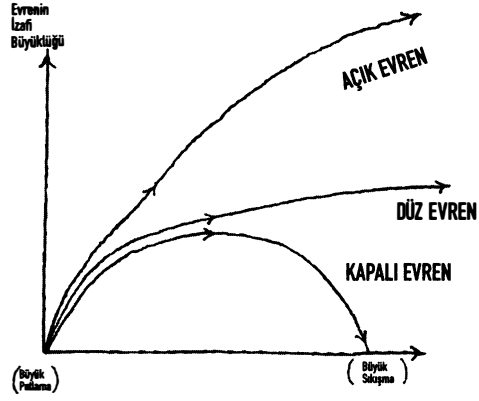
İZAFİYETÇİ KOZMOLOJİ

İzafiyetçi kozmoloji, 1915'de formüle edilen Einstein'ın GENEL İZAFİYET teoreminin tüm evrene uyarlanmasının sonucudur. Bu ölçekte, kütle çekimi öteden beri dört temel kuvvetin (güçlü ve zayıf çekirdek kuvvetleri çok kısa erimlidir ve büyük nesnelerin çoğu elektriksel açıdan nötr oldukları için elektromanyetik kuvvetten etkilenmezler.) en önemlisi olagelmiştir. Bu muazzam ölçekte, Einstein'ın tanımladığı uzay-zaman eğrisi, eski kozmolojiden önemli bir farklılığa işaret eder. İzafiyetçi kozmoloji modern kozmolojinin başlangıcıydı. GENİŞLEYEN EVREN'le birlikte Einstein'ın kütle çekimi denklemlerinin çözümleri, yaygın kabul gören BÜYÜK PATLAMA hipotezini doğurmuştur.

Bir noktadan genişleyen (BÜYÜK PATLAMA), gaz ya da tozla dolu az ya da çok özdeş bir evreni göz önüne alırsak, GENEL İZAFİYET, onun geleceği için üç sonuç öne sürmektedir ki onların her biri evrendeki maddenin ortalama yoğunluğuna bağlıdır. Her halü kârda kütle çekimi evrenin genişlemesini adım adım yavaşlatmaktadır. Eğer ortalama yoğunluk belli bir kritik değerden daha büyükse genişleme sona erecek ve Büyük Sıkışma ile sonlanacak bir büzülme başlayacaktır. Eğer ortalama yoğunluk, bu kritik değerden küçükse genişleme sonsuza dek sürecektir; tam kritik değerde ise, evrensel genişleme yavaşlayacak ve evren sınır yoğunluğuna yaklaşacaktır. Her senaryoda maddenin ortalama yoğunluğu farklı bir uzay geometrisi sunar: Sırasıyla, kapalı (tam bir küre gibi yuvarlak), açık (bir eyerin yüzeyi gibi) ya da düz. 1920'lerde, bu olasılıkların ilk ikisi, Alexander Friedmann

ve Abbe Georges Lemaitre tarafından, üçüncüsü ise Einstein ve Williem de Sitter tarafından açıklanmıştır.

Bu noktada hangi olasılığın bizim gerçek evrenimize uyduğunu bilmiyoruz. Bildiğimiz husus, kritik yoğunluğun, bizim gözlemleyebildiğimiz evren parçasında, hassas denge noktasından çok uzak olmadığıdır. Yıldızlar ve gaz bulutlarındaki kütle bunun önemli bir bölümünü teşkil etmektedir ve galaksilerin yıldızlar üzerindeki kütle çekiminden bildiğimiz kadarıyla bir o kadar kütleye de KARANLIK MADDE sahiptir.



GENİŞLEYEN BİR EVRENİ BEKLEYEN ÜÇ İHTİMAL

Ayrıca evrenimizin yaklaşık 10^{10} yaşında olduğunu biliyoruz. Eğer başta kritik yoğunluk denge noktasından çok farklı olsaydı; şimdi bu fark çok büyümüş olurdu. Bu bizim şansımız. Aksi halde Büyük Sıkışma halihazırda gerçekleşmiş olurdu ya da evren, herhangi bir galaksi ve yıldızın oluşması için gerekenden çok fazla seyreltik olurdu. Her halü kârda biz burada olmazdık. (Bkz. ANTROPİK İLKE)

Genel İzafiyet, evrenin büyük ölçekli yapısı hakkında kesin yargılarda bulunmaktadır. Söz konusu yargılar olmasaydı, modern kozmoloji başlayamazdı. O bir düzineden fazla testle doğrulanmıştır. Yine de onu sadece gözlemlenebilen evrene değil de bütün evrene teşmil ettiğimizde, tahmin yürütmeye duyulan ihtiyaç hayli artmakta ve aniden kendimizi bilimle

felsefenin sınırında bulmaktayız. Bu belirsizliğin geçerli olduğu başka bir örnek de kapalı veya açık ya da düz bir evrende mi yaşadığımız sorusudur. Şimdiki gözlem gücümüzün ışığında bunun cevabını henüz bilmiyoruz.

KAOS SINIRI

Kaos sınırı, fiziksel sistemlerin en fazla KARMAŞIKLIK sergilediği kritik çizgidir. O düzen ile kaosun arasında hassas bir şekilde konumlanmıştır.

Kristaller ve gazlar iki uç noktayı, düzen ve kaosu temsil ederler. Kristaller hayli düzenlidir; gazlar ise tamamen düzensizdir. Mükemmel bir kristalde her atom, duvar kâğıdına benzeyen, tekrarlı ve düzenli bir kafessel yapı içinde kendi yerini alır. Sistem çok basit bir şekilde tarif edilebilir. Gazlarda her molekülün hareketi gelişigüzeldir. Moleküler düzeyde, tarif edilemeyecek derecede karmaşık ve kaotiktir. (Makroskopik düzeyde, toplam bir basınç ve sıcaklık vermek için) tüm karmaşıklıkların ortalaması alınır. Ne kristaller ne de gazlar çok ilginç bir yapıya sahiptir. Her ikisi de fazla BİLGİ içermez. Onların ortamından mesaj almak için, ya kristalin üzerine mesaj yazmalıyız veya gaza ses dalgaları göndermeliyiz.

Kristaller ve gazların temsil ettiği uç noktadaki düzen ve kaos örnekleri, en karmaşık ve ilginç yapıların uç noktalarda değil de düzen ile kaosun arasındaki sınırda –"kaos sınırında"– bulunduğunu işaret etmektedir. Bu sınır, aslında, canlı organizmalar, ekolojiler, girdaplar ve belki bilinçli beyinler gibi karmaşık yapıların bulunduğu yerdir. YAPAY HAYAT'ın bilgisayar modelleri, en karmaşık davranışın, tekrarlı ile kaotik arasında dar bir çizgide meydana geldiğini işaret etmektedir.

Santa Fe Enstitüsünde yapılan bir araştırma, kaos sınırındaki sistemlerin doğal olarak evrildiğini göstermektedir. Fizikçi Per Bak, bir kum yığını örneği ile açıkladığı, "kendi kendini düzenleyen kritiklik" modelini geliştirmiştir. Yığının tepesine yavaşça kum eklendikçe kendiliğinden konik bir şekil oluşur. Koni kritik bir eğime varıncaya dek değişmez ancak ondan sonra tek bir kum tanesinin eklenmesi dahi küçük veya büyük bir heyelan doğuracaktır. Bu noktada sistem maksimum tepkisellik ve maksimum tahmin edilemezlik özellikleri gösterir. Bu

ayırt edici özellik –uyum sağlayabilme ve duyarlılık– pek çok ekosistemi ve ayrıca borsa ve moda gibi insani olguları niteler.

Kendi kendini düzenleyen kritiklik, evrimin bu sistemleri kaos sınırına getirdiğini, onların bu noktada en üst yaratıcılık ve ayrıca kararsızlık hali içinde bulunduklarını işaret etmektedir. Bu, insanın en üst güvenlik düzeyine ulaşma, doğayı veya kendi işlerini statik bir Ütopya içinde düzenleme yönündeki tutkusunu açıklayan derin anlamlar barındırmaktadır. Kaos sınırındaki sistemler, dinamik dengeyi amaçlama, verili düzen şekillerinin geçici olduğunu, doğanın sürekli riske girmek suretiyle evrildiğini kabul etmenin daha akıllıca olacağını işaret etmektedir. Bu düşünce biçimi, iş çevrelerine ve mali çevrelere bir meydan okuma biçimde düzenli bir biçimde ortaya çıkmaktadır; ne var ki şu aşamada, kaos biliminin metaforik bir uzantısı olmanın ötesine geçememektedir. (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON)

KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON

Kaos lineerlik, tahmin ve düzenli basitliğin bozulmasını temsil eder. O, Newton'un düzenli evren şeması içinde uyuyan bir "soytarı" idi. 20. yüzyılın ortalarından itibaren yeni bir bilimin odak noktası oldu.

Newton'un basit hareket ve kütle çekimi yasalarının gelgitleri ve gezegenlerin hareketlerini tahmin ettiği kanıtlandıktan sonra, saat gibi işleyen evren modeli popüler oldu. 18. yüzyıl fizikçisi Pierre Simon Laplace'a göre, eğer herhangi bir anda dünyanın tam durumu bilinirse, tüm geçmiş ve gelecek durumları da dosdoğru hesaplanabilirdi. Her şey düz, belirli ve tahmin edilebilirdi. Tek istisnalar bireysel ruhların ve Tanrı'nın eylemleriydi. Sonra, saat modeli daha az dindar olan bir çağın kapılarını açmıştır.

Kaotik işlemler bu görüşü reddeder. Varlıkların ve yasaların basit, tahmin edilebilir bir kümesi çok karmaşık, tahmin edilemez bir sonuca sahip olabilir. Bunun örnekleri; hava durumu, borsa, yıldan yıla değişen böcek nüfusları, damlayan bir musluğun zamanlaması ve çalkantılı bir nehirdir. Bu sistemler genelde bıçak ucunda bir dengeye sahiptir; öyle ki bu ya da şu yönde gerçekleşecek en küçük bir sapma, KELEBEK ETKİSİ'nde olduğu gibi, sonradan büyük etkilere yol açacaktır. Bu küçük farklılıkların birikmiş sonucu, başlangıç noktalarında tamamen

aynı olan iki başlangıç koşulunun birbirlerinden giderek daha çok uzaklaşmalarıdır. (Bkz. TEKRARLAMA) Kaotik sistemlerin çok sayıda değişkene sahip olması gerekmez; üç tanesi yeterlidir. (Bkz. ÜÇ-CİSİM PROBLEMİ)

Bu modern bilimsel anlamıyla kaos, tam düzensizlik, rastgelelik, karmaşıklık ya da kavranmazlıkla eşanlamlı değildir. Kendine özgü serbest bir düzeni olan bir tür süreçtir o. (Bkz. ÇEKENLER) Kaos, uzun süreli tahmin için hiçbir doğruluk düzeyi yeteri kadar kesin değildir, gerçeğine dayanır. Bir kaos manzarası, büyüklük ölçeği ne olursa olsun, masanın pütürlü ve eğri büğrü olduğu bir pinpon oyunu olabilir. Her ölçekte eğrilik üreten bu geometri, FRAKTALLAR ve MANDELBROT KÜMESİ'nin ayırt edici özelliğidir. O, bizim ölçeğimizdeki varlıkların –deniz kıyıları, ağaçlar, taşlardaki çatlaklar vb– şekillerinin iyi bir tahminidir ama atomik ölçeğe indiğimizde her şey daha düzgün olmaktadır. Kuantum kaosu gözlemlenmemiştir; olmayabilir de. Yine de kaos, makroskopik dünyadaki pek çok lineer olmayan süreçler için çok kullanışlı bir modeldir.

Öz-organizasyon kaosun tersidir. Kaosta çok basit örüntüler karmaşık ve tahmin edilemez örüntülere dönüşürler. Öz-organizasyonda ise, karmaşık ve tahmin edilemez –aslında, kaotik– bir madde basit, büyük ölçekli bir örüntüye dönüşür. Öz-organizasyonun örnekleri; girdaplar, kristalleşme, BOSE-EİNSTEİN YOĞUNLAŞMASI ve canlı organizmalardır. İlk bakışta, öz-organizasyon süreçleri ENTROPİ'yi azaltıyormuş gibi görünür; aslında onlar her zaman madde ve enerjinin akış halinde olduğu AÇIK SİSTEMLER'de gerçekleşir. Eğer daha büyük bir sistem öz-organizasyon sisteminin çevresini de içeriyorsa, bir bütün olarak bu sistemdeki entropi artar. (Bkz. DİSİPATİF YAPILAR; LİNEER OLMAMA; FAZ GEÇİŞLERİ) Biyolojide öz-organizasyon, döllenmiş yumurta gelişirken gerçekleşir. Memelilerin beyni onu kaydeden genlerin içerdiğinden daha fazla bilgi yapısına sahiptir. Öz-organizasyonunun evrimde nasıl bir rol oynadığı hâlâ bilinmiyor ancak kuşkusuz genler ve hücreler lineer olmayan bir sistem oluşturmak için etkileşime geçmiş olmalılar.

Amerikalı karmaşıklık kuramcısı Stuart Kauffman'ın önderliğinde, 1960'lardan itibaren öz-organizasyon hakkında bilgisayar deneyleri yapılmaya başlandı. 100.000 insan geninin birbirleri

ya da çevre tarafından aktif ya da pasif kılındığı biliniyordu. Kauffman büyük bir bilgisayar bileşenleri düzeni programladı. Her bir bileşen herhangi bir anda aktif ya da pasif olabilirdi ve sonraki anda diğerlerinden gelecek veriye göre aktifleşebilir ya da pasifleşebilirdi. Bir gen şebekesinin bu bilgisayar tabanlı modeli çalışmaya rasgele başladığında, bağlantılar seyrek olduğunda, çoğu bileşenin ("genleri" temsil eden) durumları sabit kaldığında ve sadece birkaçı döngülerin parçası olduğunda, genelde o basit dinamik bir duruma kavuşuyordu. Bu gerçek hücrelerin davranışına kısmen benziyordu. "Gen" başına iki bağlantı olduğunda, Kauffman'ın şebekesi kaotikleşiyordu. Gen başına ortalama iki bağlantı ile sistem kaos sınırına dayanıyor ve ilginç örüntüler kendiliğinden ortaya çıkıyordu. Kauffman'ın şebekesinde öz-organizasyon vardı ama bu kuşkusuz, gerçek canlı sistemlerde olup bitenin kanıtı değildir. Öte yandan o, DARWİNCİ EVRİM'in yanında, sayesinde canlı organizmaların düzeninin yaratıldığı ikinci bir yol sunmaktadır. Öz-organizasyon ve evrim uyum içinde işleyebilir.

KARA DELİKLER

Bir kara delik, kendisinin kritik bir yüzey sınırı olan "olay ufku"ndaki kütle çekiminden ne maddenin ne de ışığın kaçamayacağı kadar yoğundur: Bu nesneler sönmüş yıldızların bir ürünü olabileceği gibi başka kaynaklardan da oluşmuş olabilirler.

GENEL İZAFİYET ve eski kütle çekimi teoremleri, kara deliklerin varlığını tahmin etmişti. Onların, nükleer yakıtlarını tamamen tükettikten sonra sönen, güneşimizden en azından on kat daha büyük, yoğun yıldızların son noktası olduğu düşünülüyordu. Büyük kara deliklerin, –diğer yıldızlardan düşen maddelerinin KUASARLAR'a enerji kaynağı olduğu– aktif galaksilerin merkezinde bulunduğu da tahmin edilmişti. BÜYÜK PATLAMA'dan hemen sonra oluşarak saçılmış mini kara delikler de olabilirdi. Tüm evrenimiz, daha geniş bir evrenin içindeki bir kara delik olarak düşünülebilirdi.

Kara delikler doğrudan görülemez zira ışık onlardan kaçamamaktadır. Dışarından tespit edilen, olguları, kütleleri elektrik yükleri ve dönme oranlarıdır. Onların varlığına ilişkin bazı gözlemsel deliller, sanki ikili bir "kara" birlikmiş gibi davranan bir

yıldız olan Cygnus XI'in yörüngesiyle ilgili ve aktif galaksilerin "çekirdekleri" olan kuasarların yaydığı son derece parlak ışıkla ilgili çalışmalardan elde edilmiştir. Sözü edilen parlak ışığın, bir kara deliğin içine düştüğü sırada yayılan gazın neticesinde oluştuğu düşünülmektedir.

Kara delikler pek çok egzotik özelliğe sahiptir. Sıradan uzay-zaman ve fizik yasaları onların merkez noktasında (tekillik) geçerli olmaz çünkü çoğu fiziksel büyüklük böylesine yüksek kütle çekimsel basınçta sonsuz değeri almaktadır. Çoğu fizikçi, bunun ima ettiği bütünüyle tahmin edilmezlikten rahatsızlık duymuş ve çözüm yolları aramıştır. Bu bağlamda, kozmik sansür hipotezi, bir olay ufkunun arkasındaki herhangi bir tekilliği bizim göremeyeceğimizi ileri sürmektedir. Bunun kanıtı yoktur. Stephan Hawking, hâlâ eksik olan KUANTUM KÜTLE ÇEKİMİ teoremini ileri sürmüştür. Bu teoreme göre noktasal tekillikler değil, yuvarlak bölgeler vardır. Bu da doğru veya yanlış olabilir.

Öte yandan Hawking kara deliklerin mutlak kara olmadıklarını kanıtlamıştır. Kuantum fiziğine göre parçacıklar –her ne kadar bu klasik fizikte mümkün olmasa da– bir tekilliğin olay ufkundan tünel açarak (Bkz. KUANTUM TÜNELLEMESİ) geçebilirler. Yine de bir kara deliğin buharlaşma oranı insan ölçeğinde ihmal edilebilir.

KARA KUTU

Doğanın pek çok sistemleri yüksek bir karmaşıklık derecesine sahiptir fakat onların etkileşimleri söz konusu olduğunda, içeriklerinin tamamen ayrıntılı bir izahını yapmak bilim adamları için her zaman gerekli değildir. Buna, bir gerecin sanki bilinmeyen öğeleri içeren mühürlü bir kutu olarak görüldüğü kara kutu yaklaşımı denir; terim elektronikten gelmektedir. Kutuya bir dizi sinyal yollayıp çıktıyı ölçerek kutunun içinde ne olabileceğini ya da daha doğru söylersek, elektronik öğelerin hangi kombinasyonunun böyle hareket edeceğini tespit için bir model geliştirmek mümkündür. Kara kutu yaklaşımı, geçerli bir davranış modeli sunacak kadar bir içeriğin ayrıntılı tanımını verme amacı gütmez.

Bir atomun çekirdeği veya temel bir parçacığın içi bir ölçüde kara kutudur. Bir çekirdek temel parçacıklarla bombardımana

tabi tutulur; fizikçiler saçılan parçacıkları ve ışımayı ölçerler ve çekirdeğin içinin matematiksel bir modelini kurmaya çalışırlar.

Psikolojide DAVRANIŞÇILIK diye bilinen ekol, beyni bir kara kutu gibi görür. Davranışçılar, öznellik ve içsel zihinsel durumlar gibi mevzularla ilgilenmezler. Deneysel bilim adamları olarak onlar, dış uyarım ile tepki arasındaki bağlantıyla daha fazla ilgilenirler. Psikolojide bazı sorulara –asla tümüne değil– bu yolla cevap verilebilir.

Kara kutulardan oluşan bir sistem kavramı SİSTEMLER TEOREMİ'nde esastır. Karmaşık doğa ve toplum sistemleri, birbirleriyle bağlantılı, birinin çıktısı diğerinin girdisi olan kara kutular olarak görülür. Bu sistemler arasında özel öneme haiz çeşitli geribildirim halkaları vardır. Tüm sistemin bir temsili, bilgi, kararlar ve ürün akışının çeşitli kara kutuları birbirine bağladığı bir akış grafiğidir. Sistemler teoremi, ilgili çeşitli kara kutuların içeriklerini bilmeye gerek olmadan, karmaşık davranış şekillerini yaklaşık olarak modellendirme imkânı sunar.

KARANLIK MADDE

Siyah cisim, göremediğimiz ama orada olması gerektiğini bildiğimiz, kozmosun gizemli "kayıp" kütlesidir.

Optik, radyo veya diğer teleskoplarla görebildiğimiz yıldızlar ve gezegenler, evrenin kütlesinin sadece küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Onların tümü "düz" (Bkz. İZAFİYETÇİ KOZMOLOJİ) bir evren için gerekli olan kritik yoğunluğun (metre küp başına bir hidrojen atomu) yalnızca %1'ini oluşturur. Ancak spiral galaksilerdeki yıldızlar, görebildiğimiz diğer yıldızların kütle çekimi kuvveti sayesinde yörüngede kalabilmek için çok hızlı dönerler. Galaksilerin gerçek kütlesi kritik yoğunluğun %10'una yakın olsa gerektir. Ve onlar görünen galaksiden çok daha geniş olan bir ışık halkası içermelidirler. Galaksi kümeleri ve süper kümelerinin büyük ölçeklerinde, onların izafi hareketleri daha da çok karanlık maddenin var olması gerektiğini işaret etmektedir. Evrenin ortalama yoğunluğu öylesine hassas dengelenmiştir ki küçücük bir azalma her şeyi yerinden edebilir; küçücük bir fazlalıkta her şeyi söndürebilir. Eldeki ölçümler çok miktarda karanlık maddenin varlığını gerekli kılmaktadır.

Bugünün evreni, koca boşluklar ve yüz milyonlarca ışık yılı mesafesinde geniş madde yoğunluğuyla çok yumruludur. (Bkz. KOZMOLOJİK İLKE; BÜYÜK ÇEKEN) Bu köpüksü yapı, ortalama yoğunluğun kritik yoğunluk olması halinde beklenebilir. Bazı bölgelerde daha büyük bir yoğunluk kalabalık alanlara yol açarken, diğerlerinde, daha küçük bir yoğunluk boşluklara neden olmaktadır. (Bkz. MİKRODALGA ARKAALANDA BURUŞUKLUKLAR)

Karanlık maddenin neden oluştuğu hakkındaki üç görüşle alıntılı olarak çok sayıda yorum vardır. Bazıları onun ışık yaymayan, sıradan (baryonik) madde –sönmüş yıldızlar (beyaz cüceler), nötron yıldızları, aşırı donuk yıldızlar, gezegenler veya KARA DELİKLER– olabileceğine inanmaktadırlar. Nükleosentez döneminden kalmış KİMYASAL ÇEŞİTLİLİK göz önüne alındığında, evrenin kritik yoğunluğunun % 10'undan fazlası bu çeşit madde –protonlar, nötronlar ve elektronlar– ile izah edilemez. İkinci teorem karanlık maddenin nötrinolardan oluşabileceğini ileri sürmektedir ama nötrinoların kütleye sahip olup olmadıklarını henüz bilmiyoruz. Üçüncü teorem de karanlık maddenin henüz keşfedilmemiş bir parçacık veya parçacıklar olabileceğini ileri sürmektedir.

KARMAŞIKLIK

Karmaşıklık, basit olmayan her şeye gönderme yapabilir. Eğer bir sistemin karmaşıklığını, onun standart bir bilgisayar dilindeki en kısa ifadesi olarak tanımlarsak, çöp yığını ya da anlamsız sayılar dizisi gibi şeyler Shakespeare'in eserlerinden daha karmaşık olur. Öte yandan, bir yapının bilgi içeriğine gönderme yapabilir ki bu durumda Shakspeare'in eserleri daha karmaşık çıkacaktır.

20. yüzyılın biliminde karmaşıklık, genelde çok özel bir anlamda –KAOS SINIRI'nda düzen– kullanılagelmiştir. Bu anlamda o, Newtoncu fiziğin eski paradigmasına ciddi şekilde meydan okuyan –KUANTUM FİZİĞİ ve kaosun yaptığı gibi– yeni bir bilimin habercisidir. (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON)

Newtoncu bilim organize olmuş basitlikle ilintiliydi. Fizik, biyoloji, kimya, ekonomi ve sosyoloji ve onlarla ilgili düşünce sistemlerinde Newton'un örneğini izleyenler, gözlemlenen dün-

yayı birkaç yasa ve bileşene indirgeme amacı güderler. Bilimsel metodun kendisi, sistemleri, çevrelerinden izole edilmiş olarak görüp onları en basit parçalarına ayırarak, daha sonra bu parçaları sistemin belirmemiş geleceğini tahmin etmekte kullanmayı öngörüyordu. Basitlik –düz doğrusal gelişme, determinizm ve tahmin edilebilirliği içeren– bu yaklaşımın köşe taşıydı.

Gelgelelim böylesine indirgemeci bir yaklaşıma karşı çıkan, doğaları gereği karmaşık olan yapılar vardır; beyin, hücre, şehir, yağmur ormanı ya da arı kovanı gibi. Bunları inceleyecek olursak, bunların, organize olmuş karmaşıklıkla ilgili 20. yüzyılın yeni bilimsel düşünce biçimine daha uygun düştüklerini görürüz. Kuantum teoremi, kaos ve şimdilerde karmaşıklık teoremi, parçalarının toplamına indirgenemeyen belirgin bütüne, şaşırtıcı yeni durumları ya da formları birdenbire meydana çıkaran süreksiz, lineer olmayan değişime ve belirlenmezlik ile tahmin edilemezliğe odaklanmaktadır. Kaos ve karmaşıklık, aynı madalyonun iki yüzü, tahmin edilebilir olduğu sanılan pek çok sistemin sınırında gizlenen türbülanslı düzensizliğe ve nihayet ardından kaosun sınırında keşfedilen şaşırtıcı yeni düzene odaklanmaktadır.

Bu yeni düzen, enerji veya maddeyi karmaşık bir sistem içine çeken, bir çeken ya da "garip çeken" olarak hareket eder. (Bkz. ÇEKENLER.) Girdap bu tür bir öz-organizasyon örneğidir: Kendi etrafında dalgalar halinde yayılan su moleküllerini dar bir huninin içine çeker ve ondan geçen su her an farklı olsa da şekil varlığını sürdürür. İnsan vücudu da böylesi karmaşık bir öz-organizasyon sistemidir. Onun durumunda, tüm maddi muhtevanın sirkülasyonu yedi yılı alsa da örüntü varlığını korur.

Karmaşıklık incelemeleri Santa Fe Enstitüsünün merkezi araştırma konusudur. Onun önde gelen bilim adamlarından biri olan Stuart Kauffman, kaos ve garip çekenler modelinin evrim içinde düzenin nasıl oluştuğu sorununa da uygulanabileceğine inanmaktadır. Ona göre, canlı topluluklar organize karmaşıklığın mevcut en çarpıcı örnekleridir. Herhangi bir yüksek metazoan hücresinin genom sistemi, tek bir hücreden embriyonun gelişmesini düzenleyen 10.000 ile 100.000 arasında geni kapsamaktadır. İnsanın bağışıklık sistemi, karmaşık, uyumlu modellere sahip

100 milyon farklı antikoru kullanmaktadır. Bu sistemlerin her biri evrimin sonucudur. Kauffman, böylesine harika düzen ve karmaşıklığın, gelişigüzel ayıklanma ve "rastlantısal bir makine"nin mutasyonundan kaynaklanabileceği düşüncesini öne sürerek, Ortodoks evrim düşüncesine meydan okumaktadır.

Kauffman'ın teoremi, herhangi bir genom ya da sarmalın yokluğunda ortak bir şekilde kopyalanmak için karmaşık polimerlere izin veren aynı dinamiklerin doğal ayıklanmayla birlikte işleyen bir evrimci süreçte de mevcut olduğunu ileri sürmektedir. Ona göre, doğada, ortaya çıkmayı bekleyen bir düzen –evrimleşmiş yapıları karmaşıklığa doğru çeken evrime doğal bir yönelim– vardır. Morfogenesis ya da yapının oluşumu en azından kısmen esas öz-organizasyonun bir sonucu olabilir.

Karmaşıklık niçin değerli olmalıdır? Niçin doğa onu bir olasılık olarak taşımalıdır? Bakteriler ve böcekler gibi canlı yaratıklar kendi yaşam tarzları içinde gayet başarılıdırlar. Ama eğer zekâ, ayırt etme, tahminde bulunma ve farklı koşullara uygun tepkiler geliştirme ise, o hayati bir öneme sahiptir. Karmaşık bir ortamda, gelişkin organizmalardan eşit oranda karmaşık hesaplamalar beklenir.

Doğanın, basit yasalara ya da bileşenlere indirgenmeye elverişli olmayan karmaşık sistemler içerdiğine şüphe yok. Ancak "karmaşıklık bilimi"nin geçerliliği konusunda bir tartışma vardır. O ister istemez bir bilgisayar bilimidir. Karmaşık sistemlere uygulanan lineer olmayan denklemler insanlar için çözümü zor şeylerdir ama onlarla bilgisayarlar uğraştığında hayret verici eğilimler ve modeller ortaya çıkmaya başlar. Bu, her şeyden önce, eleştirilerin iddia ettiği şeyin bir yanılsama olabileceği ve karmaşıklık içinde işleyen son derece basit yasalar bulunabileceği ihtimalini doğurmaktadır. Bir karmaşık sistemin, örneğin insan beyninin bilgisayardaki taklidi bir başka sisteminkine, örneğin arı kovanınınkine çok benzer görünür. Karmaşıklık bilimiyle ilgilenen bilim adamları, birleştirici bir ilke bulduklarına inanmaktadırlar. Eleştiriler, onların bulduğu tek şeyin, bilgisayar-kaynaklı taklitlerin işleyiş biçiminin ardında yatan birleştirici ilke olduğunu düşünmektedir.

Karmaşıklık gerçektir ve onun doğadaki örnekleri pek çoktur. "Karmaşıklık bilimi" indirgemeci bilimin indirgenemez bir

şeye uygulanması çabasından fazla bir şey olmayabilir. Belki de karmaşıklığın basit, genel ilkeleri yoktur.

Santa Fe Enstitüsü ve kaos sınırındaki sistemlerin bir incelemesi olarak karmaşıklık biliminin ortaya çıkışından önce, ayrı işleyen parçalar yaklaşımının karşısında, sistemleri tanımlama ve onlar için birleştirici ilkeler bulmaya dönük başka çabalar da vardı. Her biri sınırlı da olsa ilginç uygulamalar doğurmuştur. Örneğin bakınız FELAKET TEOREMİ, KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON, SİBERNETİK, DİSİPATİF YAPILAR, BİLGİ, SİSTEMLER TEOREMİ.

KATILIMCI EVREN

Fiziksel gerçekliğin ortaya çıkmasında gözlemcinin rolü nedir? Bilinçli varlıklar olmasaydı fiziksel dünyada herhangi bir farklılık olur muydu? Her ne şekilde olursa olsun insanın amacı ve niyeti fiziksel evrenin aldığı yönü değiştirir mi?

Tüm bu sorulara klasik bir fizikçi olumsuz cevap verecektir. Hatta onları anlamayabilir de. Newtoncu paradigmada, gözlemlenen ile gözleyen arasında keskin bir ayrılık vardır. Fiziksel gerçeklik kendine özgü doğaya sahiptir ve onun yasalarına uyar, gözlemcilerin yaptıklarından tamamen ayrı, hatta gözlemcilerin varlığından bile ayrı olarak. Bir taş bir taştır ve aynı fiziksel özellikler ve eğilimlerle aynı çeşit taş olmaya devam eder, hangi ortamda bulunursa bulunsun, herhangi biri onun orada olup olmadığını bilsin veya bilmesin. Daha açık bir şekilde konuşursak, maddi dünyayı varsayılan tüm psikolojik etkilerden kurtarmak, Newtoncu bilimsel dünya görüşünü, ruhsal ve psikolojik güçlerin maddeyi etkilediği eski ortaçağ düşüncesinden ayırmada önemli bir adımdı. Gözlemleyen/gözlemlenen ayrımı, Newtoncu fiziğin bilimsel nesnellikten kast ettiği şey için hayati öneme sahiptir. Gözlemlerimizden ayrı dururuz, onları tutkudan uzak bir halde yaparız, benliğimizi ve amaçlarımızı metodumuza katmayız.

Maddi dünyanın kuantum fiziksel kavranışına doğru bir kayış bunu büyük ölçüde değiştirir. Kuantum gözlemcisi gözlemlerinin içinde yer alır. Gözlemleri, sonradan onun inceleyeceği asıl gerçekliği ortaya çıkarmada önemli bir rol oynar. Henüz tamamen anlaşılmamış bir anlamda, kuantum gözlemcisi kendi

gözlemlerinin dünyasını yapmaya yardım etmektedir. (Bkz. PERSPEKTİF VE ETKİLEŞİM.)

Kuantum gerçekliğinin gözlemlenmeyen dünyası bir imkânlar bolluğudur. Schrödinger dalga fonksiyonu, bir kuantum varlığının yerleşebileceği olası sonsuz durumlar dizisini tanımlar. Tüm bu imkânlar ancak dalga fonksiyonu çöktüğünde bir gerçekliğe dönüşür –ve dalga fonksiyonunu çökerten şeyin ölçüm ve gözlem olduğunu biliyoruz–.

Salt ölçme eylemi imkânı gerçekliğe dönüştürür ve yapılan ölçümün türü, sonsuz imkânlar denizinden ne tür bir gerçekliğin ortaya çıkacağını belirler. Bir ölçüde, gözlemci aradığını görür.

Örneğin, bir foton, hem konum imkânlarına (parçacıksal bir özelliğe) hem de momentum imkânlarına (dalgasal bir özelliğe) sahiptir. Her ne kadar birini sabitlendirmek diğerini kaybetmek demekse de (HEİSENBERG BELİRSİZLİK İLKESİ). Bir fizikçi bu imkânlardan herhangi birini ölçmek ve sabitlendirmek için bir deney hazırlayabilir, Fizikçinin müdahalesiyle –ölçme ve gözlem– fotonun ikili doğasının hangi yanını sergileyeceğini etkilediği görünmektedir. Bir deney bunu şekillerle açıklamaktadır.

Eğer bir kaynaktan yayılan bir fotonumuz varsa ve bu foton bir ekrandaki iki yarığın birinden geçme seçimine sahipse (kuantum mekaniksel olmak her ikisinden de geçme seçeneğine sahip olmaktır), fizikçinin planladığı deneyin şöyle bir sonucu ortaya çıkar: Eğer o foton kaynağının tam karşısına, yarıkların önüne iki tane parçacık dedektörü yerleştirirse, foton tek bir parçacık gibi hareket eder –belli bir yolu takip ederek bir yarıktan geçer ve bir parçacık dedektörüne çarpar–.

Öte yandan, eğer fizikçi, parçacık dedektörlerinin yerine her iki yarığı da "gören" tek bir ekran yerleştirirse, foton bir dalga gibi hareket eder –her iki yarıktan da geçer ve detektör ekranında bir girişim modeli oluşturur–. Fizikçi ve foton çok sayıda imkânı sabit gündelik bir gerçekliğe dönüştüren, yaratıcı bir diyaloğa katılmıştır. Wheeler, bu diyaloğun, bizlerin "katılımcı evren"de yaşadığımızı gösterdiğini savunmaktadır. Başka bir önde gelen fizikçi, Nobel ödülü sahibi Ilya Prigogine, "Gerçekliği nasıl adlandırırsak adlandıralım, o, bize, sadece bizim de katıldığımız aktif bir yapı yoluyla ifşa olur" diyor. (Bkz. BAĞLAMSALCILIK)

Kuantum mekaniğinde gözlemcinin katılımının anlamını ele alırken, çok önemli bir uyarının altını çizelim. Fizikçi Eugene Wigner, çöküşün insan bilincinden kaynaklandığını savunan, dalga fonksiyonunun çöküşü hakkında meşhur bir yorum yaptı. Wigner'in mantığına göre, fiziksel olan hiçbir şey dalga fonksiyonunu çökertemez çünkü kuantum mekaniğine göre, fiziksel olan her şey bir süperpozisyon durumu içinde olmalıdır, o fiziksel olmayan bir şey –yani bilinç– tarafından çökertilmiş olmalıdır.

Bu düşünme tarzı, bilincin dualist yorumunu gerekli kılar; onu fiziksel dünyanın dışına yerleştirmek, aynı zamanda bilinçli gözleme büyük bir önem atfetmek. Aslında, kuantum teoremi hakkında yazılmış popüler kitaplarda Wigner'in hipotezinden çok söz edilse de çok az sayıda fizikçi onu makul bulmaktadır. Çoğunluk fiziksel nedenlerden ötürü dalga fonksiyonunun çöktüğünü ve eğer bilinç onu çökertebilecek bir şey ise onun da fiziksel bir temele sahip olması gerektiğini düşünmektedir. Bilinçten ayrı olarak genelde –fotoğraf levhaları, Geiger sayacı vb– pek çok şeyin çöküşü meydana getirdiği düşünülmektedir.

Gözlemcinin katılımı kuantum mekaniğinin tartışılmaz bir olgusu olsa da ve o, bizi insanlarla fiziksel dünyanın geri kalan kısmı arasındaki ilişkiyi yeniden değerlendirmeye itse de derin bir kavrayışı gerekli kılmaktadır. O, daha büyük bir mesele olan ÖLÇÜM SORUNU ve DALGA FONKSİYONUN ÇÖKÜŞÜ bağlamında bir gün tamamen anlaşılacaktır.

KELEBEK ETKİSİ

Çin'de bir kelebeğin kanat çırpışı Kansas'da ertesi günün hava durumunu etkiler. Eski bir Çin atasözünden yapılan bu uyarlama her şeyin birbiriyle bağlantısını ve kimi davranış alanlarına karşı doğanın aşırı hassasiyetini işaret etmektedir. Modern zamanlarda, bu sözün doğruluğu, bir MIT meteoroloji uzmanı olan Edward Lorenz tarafından, dünyanın hava durumunu belirleyen denklemleri çözme çabasının sonucunda yeniden keşfedilmiştir.

Lorenz'in kurduğu denklemler lineer değildi. (Bkz. LİNEER OLMAMA) Bunun anlamı, hava durumu oluşurken, o kendisini geri besler; bir bölgedeki hava komşu bölgelerdekini etkiler. Oluşan bu hava durumu, sonuçta ileriki hava durumu üzerinde bir etki yapma işlevini görür.

Lorenz, denklemini sıcaklık, hava basıncı ve rüzgâr yönleri hakkında elde ettiği verilerle geliştirip hava durumu tahmininde bulunmuştu. Denklemlerinin aşırı çetin olması nedeniyle, onları çözmek için, hesabın bir aşamasının sonuçlarının sonraki aşama için veri olarak kullanıldığı TEKRARLAMA işlemine başvurdu. Bir yerde kesirli kısımları azaltmaya yarayan bir hesap makinesi kullandı. Bu işlemin % 0,1 lik hata payı vardı. Büyük bir sürprizle karşılaştı; elde ettiği hava tahmini, kökten farklıydı. Bin tane alanın içindeki bir alanda meydana gelen minik bir değişiklik tamamen farklı bir hava durumunu doğuruyordu. Lorenz, dünyanın hava durumunun hiç lineer olmadığını, öyle ki sürekli kendini geri besleyen ve büyüyen baştaki verilerdeki minicik bir hata veya bozulmanın etkilerinin bile birikip bir hava durumunu değiştirebildiğini anladı. Nitekim dünyanın hava durumu son derece duyarlıdır. Her tür tahmin ve kontrolün dışında bulunur.



Hava durumu, türbülanslı nehirler ve böcek nüfusları kelebek etkisinin altındadır. Borsa gibi ekonomik ve sosyal sistemler de öyle. Bu sistemlerin davranışı tahmin veya kontrol edilemediği için, ekonomistler, sosyologlar, politikacılar ve müdürler kaos –değişim, hassaslık ve açıklık– ihtimalini hesaba katan yeni stratejiler geliştirmek zorunda kalmışlardır. (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON)

KOKU ALGISI

Koku sistemi (koku duyusu) basittir ve anatomik açıdan iyice anlaşılmıştır. EEG ölçümleri onun üzerinde kolaylıkla yapılabilir bu yüzden o ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Çok önemli bazı bilgiler, 1970'lerde tavşanların koku sistemi üzerinde çalışmalar yapan Walter Freeman tarafından elde edilmiştir. Bu, sistemin bağlantıcı bir modeline –paralel işleme dayalı– ve beyindeki kaosun oynadığı rolün kayda değer oranda anlaşılmasına imkân tanımıştır. (Bkz. BAĞLANTICILIK)

Beyin, koku soğanı diye bilinen; kokuların tespit edildiği bir bölüme sahiptir. Bu, burundaki kimyasal alıcılara bağlıdır. Retina göz için neyse o da burun için odur ve retina gibi koku soğanı, kendisine gelen duyusal girdi üzerinde ilk işlemi gerçekleştirir. Koku soğanının farklı kısımlarına altmış dört tane yüzey elektrotu bağlayarak ve değişik koşullara –koku yok, bilindik koku ve bilinmeyen koku– karşı onların verdiği EEG tepkilerini kaydederek, Freeman ve çalışma arkadaşları, bu ilk işlem evresinde ne olup bittiğinin ve sonra bilginin koku siniri boyunca ilerleyip beyin zarına nasıl ulaştığının bir şemasını çıkardılar.

Freeman'ın tavşanları bilindik bir kokuya maruz kaldıklarında, koku soğanının her tarafından kaydedilen EEG şekilleri eşevreliydi –aynı anda salınıyorlardı–. (Bkz. EŞEVRELİLİK) Bir kokuya verilen tepkiyi diğer kokuya verilen tepkiden ayıran şey, hangi nöronların veya koku soğanının hangi kısmının uyarıldığı değil, soğanın farklı bölgelerindeki tepkinin izafi genliğinden kaynaklanıyordu. Bu, burundaki kimyasal alıcıların tipe göre yerel olarak gruplaştığı ve her koku cinsinin, kendisine uyan, koku soğanındaki bir genlik profiliyle ilişkili olduğu teoremini doğurdu. Tüm koku soğanı, bütün nöronların birbiriyle bağlantılı olduğu bir sinirsel şebeke (Bkz. SİNİRSEL ŞEBEKELER) gibi çalışır. Bu şebekenin ortak genlik modeli koku siniriyle beyin zarına taşınır. Tavşan tanıdığı kokulara maruz kaldıkça taşınan modellerin her biri sabit kalır; şartlanma yoluyla yeni kokular öğrenildiğinde yeni modeller ortaya çıkar.

Koku duyumunda kaosun oynadığı rol, kokunun yokluğuyla ilişkili olarak meydana çıkmıştı. Bu durumda, koku soğanındaki mütekabil EEG modelleri olası tüm frekanslar ve yerel genliklerle düzensizce hareket etmişti. Bu, girdideki herhangi bir değişi-

me karşı hemen verilen tepkinin doğurduğu kaotik bir haldi. Tavşanlar tanıdıkları bir kokuya maruz kaldıklarında, EEG modelleri kaostan kurtulup hemen eşevreli bir duruma geçiyordu. Dolayısıyla kaosun duyumsuzlukla, eşevreliliğin (düzenin) de belli duyumla ilişkisi vardır. Aynı olgulara görsel algıyla ilgili çalışmalarda da rastlanmıştır ve bilim adamları, kaosun bilinç hallerinde benzeri bir rolü oynayabileceği yönünde tahminlerde bulunmaktadırlar. (Bkz. ZİHİNLE İLGİLİ KAOS TEOREMLERİ)

KÖR GÖRÜŞ

Kör görüş, beyinlerinin ana görsel bölgesi hasara uğrayan kimselerin, o nesneleri "gördüklerinin" farkında olmadan, görme alanları içindeki nesnelere tepki vermeleri olgusudur. Kendilerine sorulduğunda, kör oldukları hususunda ısrar ederler; buna rağmen davranışları (nesneleri yerleştirmek, engellerden sakınmak, bilmedikleri bir yerde yollarını bulmak) öyle olmadıklarını göstermektedir. Bu durum, basitçe, görsel verileri işleme yetisinden kaynaklanan bilginin bilince ulaşmamasından kaynaklanmaktadır.

İlk kez psikolog Larry Weiskrantz, 1980'lerde, kör görüşün fizyolojik açıdan esaslı bir açıklamasını elde etti. Bu olgu, genelde ana görsel kortekste meydana gelen bir hasardan kaynaklanmaktadır. Felsefi açıdan kör görüş, bilinç ile uyarıma davranışsal tepki arasında bir fark görmeyen davranışçı sava güçlü bir meydan okumayı içerir. (Bkz. DAVRANIŞÇILIK.) Böyle bir fark, söz konusu olgunun en dikkat çekici özelliğidir.

Kör görüşün var olup olmadığını ortaya çıkarmak için düzenlenmiş bir testte, küçük lambalar kümesinden biri hastanın görsel alanının kör tarafında bir an için yakılır. Hasta hiçbir şey görmediği noktasında ısrar eder fakat bir tahmin yapması istendiğinde, yanan ışığın yönünü işaret eder. Çok defa tekrarlanan bu testten elde edilen veriler tutarlı bir biçimde şans düzeyinin üstünde yürümektedir.

Normal görme olayında, retinadan gelen bilgi –bazı göz hareketi reflekslerini kontrol eden ilkel beynin bir parçası ile ana görsel korteks de dahil olmak üzere– beyindeki değişik yerlerden geçer. Kör görüş hastalarında, görme bilincinden sorumlu görsel yolun hasara uğramasına rağmen, görsel bil-

ginin beynin davranışsal tepkiden sorumlu diğer bölgelerine ulaştığı sanılmaktadır.

Kör görüşe benzer olgular diğer algı türlerinde de ortaya çıkar. İnsan yüzlerini bilinçli şekilde tanıma yetisini yok eden bir beyin hasarına sahip kimseler, yalan makinesine bağlanıp bilindik yüzlerin fotoğrafları kendilerine gösterildiğinde, onları tanıdıklarına ilişkin fizyolojik belirtiler sergileyebilmektedirler. Histerik sağırlık çeken kimseler seslere EEG beyin tepkisini verirler; her ne kadar onları bilinçli olarak duymasalar da. Aynı şekilde onları uyandıran şeyin ne olduklarını bilmedikleri halde anneler sık sık (çok yüksek sesli trafik gürültüsüne değil de) bir çocuk çığlığı üzerine uyanırlar.

Algının son derece normal olan bazı türleri genelde bilinçdışıdır. Çeşitli fizyolojik sistemler, kan basıncı, kandaki şeker seviyesi gibi olguları yönetip kontrol ederler ve bunu biz farkında olmadan yaparlar. Bazı kimseler onlara iyi bir yön duygusu veren manyetik bir duyuya sahiptir ama onlar beyinlerindeki manyetik parçacıklarla dünyanın manyetik alanları arasındaki etkileşimden habersizdirler. Bozuk bir yolda yürürken yolun ayrıntılarını fark etmeyiz genelde ve yolun şekillerine kendimizi uydururuz; tüm bölümlerin farkına varmadan arabalarını bir noktadan başka bir noktaya süren sürücü örnekleri, oldukça fazladır.

Bu tür bilinçdışı algı örnekleri sezgi diye adlandırdığımız, onu nasıl yaptığımızı bilmeden tamamen bilinçaltı veya bilinçdışı bir tecrübeden çıkarımlarda bulunma yetisiyle bağlantılıdır. Çiftçiler, doktorlar ve spekülatörler bazen bu şekilde çalışırlar. Kendilerine bunu nasıl yaptıkları sorulduğunda sarih çıkarım zincirlerinde bazı kısımları atladıklarını açıkça söyleyebilirler ama genelde söylemezler. Bunun yerine "Onu sadece sezdim" veya "Bir duyguya kapıldım" türünde sözler sarf ederler. Akılcı ve bilimsel çıkarım alenen test edilmeye daha uygundur ve dolayısıyla daha güvenlidir ama o, açıkçası bilgiye giden tek yol değildir.

KOZMOLOJİK İLKE

Kozmolojik ilke evrenin her yerde aynı olduğunu savunmaktadır. Biz bulunduğumuz konumdan bütünün uygun bir örneğini görürüz. Bu kadim inançla çelişir. Eski zamanlarda pek çok insan yeryüzünün her nasılsa biricik olduğuna ve Güneş,

Ay, gezegenler ve yıldızların dairesel yörüngeler içinde onun etrafında dolandığına inanmaktaydılar. Batlamyus modeli batıda 1500 yıl boyunca kabul edildi ve Yahudilik, Hıristiyanlık ve İslam, hepsi; Tanrı'nın, biricik insan soyunun yerleştiği biricik bir dünya yarattığını kabul etmişti.

Kozmolojik ilke, aksine kanıt bulunmaması hasebiyle çekici görünmektedir. Bizler diğer insanların bize, diğer yerlerin bizim yerimize benzediğini varsayarız. Bu gerçekte ne kadar doğrudur? Evren evrim geçirmiştir ve farklı zamanlarda farklı yapılara sahipti. (Bkz. BÜYÜK PATLAMA: KUSURSUZ KOZMOLOJİK İLKE) Bizimkinin tek gezegen olmadığını biliyoruz. Evrenin başka bir yerinde zekânın olup olmadığı açık uçlu bir sorudur. Başka yerlerden mesaj alma arayışı içindeyiz sürekli, her ne kadar bunda şimdiye kadar başarılı olamadıysak da. (Bkz. EVRENDE ZEKÂ)

Kozmolojik ilkeyi test etmenin en doğrudan yolu, evrendeki maddenin geniş ölçekli dağılımını incelemektir. Küçük ölçeklerde evren açıkça "yumrulu" dur. Yaklaşık 10^8 ışık yılı bir ölçeğe kadar uzanan galaksi toplulukları, galaksiler, yıldızlar ve gezegenler vardır. Bu ölçeğin ötesinde de yumruluğun olduğunun kanıtı mevcuttur. (Bkz. BÜYÜK ÇEKEN; MİKRODALGA ARKA ALANDA BURUŞUKLUKLAR) Bunun anlamı bizim test edebildiğimiz herhangi bir ölçekte evren, kozmolojik ilkenin sandığı gibi aynı, özdeş değildir. Bütün evren, bizim görebildiğimiz kısımlarından belki çok daha büyük olabilir; belki sınırsız büyüklüktedir ve sadece onun çok az bir bölümü hayat için elverişlidir. (Bkz. ANTROPİK İLKE)

KOZMOLOJİ

Kozmoloji bir bütün olarak evreni inceleyen bilimdir. (Bkz. KOZMİK KUBBE.) Modern kozmoloji, astronomi, felsefe ve parçacık fiziğinin buluşma noktasıdır. Alandaki şimdiki hâkim görüş, BÜYÜK PATLAMA teoreminin bir açılımıdır.

KOZMİK ARKA ALAN RADYASYONU

Kozmik arka alan radyasyonu, tüm evreni dolduran ısı radyasyonunun hemen hemen özdeş bir alanıdır. O, BÜYÜK PATLA-

MA'nın bir kalıntısıdır ve 1960'ların ortalarında, onun deneysel olarak tespit edilmesi, evrenin gerçekte Büyük Patlamayla birlikte başladığını büyük kanıtı sayılmıştır. Bugün kozmik mikrodalga arka alanı evrenin büyük ölçekli yapısı üzerine gerçekleştirilmiş beş temel gözlemden biridir.

Daha 1940'larda, Amerikalı kuramsal astronom George Gamow ve çalışma arkadaşları, ilk evrenin bir kalıntısı olarak mikrodalga radyasyonun bulunabileceğini ileri sürmüşlerdi. Ne var ki o zaman bunu test edecek araçlar yoktu. 1965'de, Amerikan Bell Laboratuarında çalışan iki bilim adamı Arno Penzias ve Robert Wilson, uydu iletişiminde kullanmak için boynuza benzer büyük bir radyo alıcısını ayarlarken, şans eseri onu keşfettiler. Radyoları, beklenildiği üzere, dünyadan, güneşten ve galaksimizden gelen gürültüyü topladı. Fakat gökyüzündeki tüm yönlerden eşit oranda geldiği anlaşılan ilave bir mikrodalga sinyali de vardı. Bilim adamları beklenmedik gürültünün, güvercin pisliklerinden kaynaklanmış olabilme ihtimali üzerinde durdular. Ama radyo antenlerini temizlediklerinde alınan yayında değişiklik olmadı. Onlar, aslında, Gamow'un tahmin ettiği kozmik mikrodalga arka alan radyasyonunu saptamışlardı.

Büyük Patlamayla birlikte doğduktan sonra, evren, başlangıçta, saydam olmayan maddeyle etkileşime geçen ısı radyasyonuyla doluydu. Aradan 300.000 yıl geçince, genişledi ve elektronlar, protonlar ve nötronların birleşerek hidrojen ve helyum atomlarını oluşturmasına imkân tanıyacak kadar soğudu (yaklaşık 4000 K'e değin). Aniden uzay radyasyon geçirir hâle geldi; o andan itibaren radyasyon evrende bozulmadan dolaşmaktadır. Evren genişlemeye devam etmiş ve bu, arkaalan radyasyonun dalga boyunu germiştir; –yani kızıla kaydırmış veya onu soğutmuştur, ta ki onun sıcaklığı şimdi 3 K'in azıcık altına düşene kadar. Tüm bunlar Büyük Patlama teoreminin tahminleriyle uyuşmaktadır ve olan bitenin başka yolla açıklanması zordur.

Kozmik arkaalan radyasyonu izotropiktir; 10.000'de 1'ik her yönde aynıdır. Ama o mükemmel derecede izotropik değildir; olmaması da gerekir. (Bkz. MİKRODALGA ARKAALANDA BURUŞUKLUKLAR) Tüm galaksimiz, mikrodalga arkaalana göre hareket etmektedir ve epey uzaktaki çok yoğun bir kütle tarafından çekilmekte olduğu düşünülmektedir. (Bkz. BÜYÜK ÇEKEN)

KUANTUM

Kuantum kelimesi etimolojik olarak kuantite (quantity) kelimesinden türemiştir ve küçük bir eylem veya işlem paketçiği veya yığını anlamına gelir ki onların en küçük birimi mikrodünyadaki tek bir olayla ilişkilendirilebilir.

Bir elektron atom içindeki bir enerji yörüngesinden diğerine sıçradığında, çok sayıda kuantum olarak ölçülebilen eylem birimleri içinde yapar bunu. Kuantumlar (kuanta) bölünemezdir. Bir parçacığın bir durumdan diğerine hareketi asla bir buçuk veya üç çeyrek kauntumu kullanmaz. Bu sayede kuantum sıçrayışı –bir enerji düzeyinden farklı bir enerji düzeyine düz geçişsiz ani hareketi– mümkün olabilmektedir. Bu bir kişinin yolunun üzerindeki yamaçtan oyulmuş basamaklardan sıçraya sıçraya aşağı inmesine benzer. İki basamak arasındaki bir yere basması yasaklanmıştır. Aslında benzetmeyi daha doğru yapmak istersek, o ikisi arasında basılacak hiçbir yerin olamayacağını belirtmemiz gerekir.

Neredeyse mikrodünyanın her öğesi –ve dolayısıyla bir bütün olarak fiziksel dünya– minik bir top gibi dönmektedir. Dönen her şey, açısal bir momentuma, yani onun bir zaman dilimi boyunca dönmesini durdurmak için gerekli olan enerji miktarına sahiptir. Doğrusu kuantum bir spin veya açısal momentum birimidir.

Dönen bir topun eylemini hayal ederek, kuantum ve kuantum sıçrayışları hakkında bir fikir edinebiliriz. O basitçe giderek yavaşlayan düz ve devamlı bir dönme hareketi sergilemez. Azalan açısal momentumun çark dişinin birinden diğerine sıçrarken, tık tık tık diye gider. "Dönen top" ister bir buz patinajcısı ister bir çocuk oyuncağı olsun isterse de minik bir elektron, bunun doğruluğu değişmez. Tüm dönme hareketi kuantize edilir veya "topaklı"dır. Kuantum sıçrayışı teriminin yaygın kullanımı herhangi bir ani veya kocaman değişim, daha önce gelen tüm imkânlardan doğan bir değişim anlamına gelmektedir. Bu onun mikrodünyadaki kökenleri açısından elbette doğrudur, ama kuantum sıçrayışının devasa olması gerekmez, süreksiz olması yeterlidir. Ayrıca onlar daha önce gelen şeyden yola çıkılarak tahmin edilemez veya belirlenemez. (Bkz. BELİRSİZLİK)

Dönme için kullanılan kuantumların sayısı dönen nesnenin kütlesine bağlıdır. Bir çocuk oyuncağı veya buz patinajcısı dö-

nerken trilyonlarca kuantumu kullanırken, atom çekirdeğinin en düşük enerji düzeyi etrafında dönen minik bir elektron ise sadece bir kuantum kullanır. Bu yüzden top veya buz patinajcısının tık tık düşme hareketi algılanamazdır çünkü toplam açısal momentumla kıyaslandığında hayli küçük kalır. Ancak tek bir elektronun kuantum sıçrayışı çok dramatik olurdu, onu bulunduğu ölçekte görebilseydik eğer.

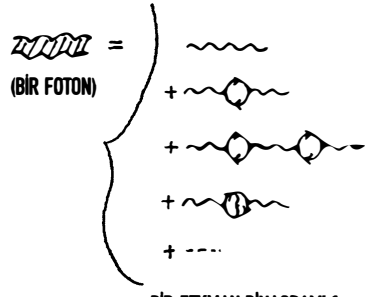
Kuantumlar maddenin dalga yapısıyla alakalıdır ve onları, dalgalanan bir dalga olarak hayal edebiliriz. Sadece bir dalgalanmaya –bir tepe ve bir çukura– sahip bağıl bir dalga, örneğin atom yörüngesindeki bir elektron bir kuantum eylemini temsil eder. On dalgalanmalı bir dalga on kuantumu temsil eder. Bağıl bir dalgaya günlük hayattan bir örnek olarak, iki ucunun durgun tutulan ve böylece "kuantize" olmuş belli frekanslarda titreşen, çalınan bir gitar teli verilebilir. Her foton veya ışığın serbest hareket eden parçacığı dalgalanma başına sadece bir kuantumun düştüğü bir eyleme sahiptir ve bu aslında kuantumun tanımının bir parçasıdır –tek bir fotonun eylem kapasitesi–. Bir kuantum ayrıca PLANCK SABİTİ'ne, dönen bir parçacığın enerjisinin dönüş frekansına oranına eşittir.

Kuantum fiziğinde sergilenen şekilde eylemin kuantizasyonu veya "yumruluğu ve sıçrayışlılığı", yeni fiziği Newtoncu paradigmadan ayıran keskin bir özelliktir. Klasik fizik, hareketi bir zaman dilimindeki düz ve sürekli değişim, enerjiyi ise sürekli bir spektrumdaki azalma veya artma olarak sunmuştu. Şimdi kuantumların varlığı, klasik fizikte anlaşılmamış rengi (Bkz. RENK NEDİR?) anlamayı mümkün kılmaktadır.

Kavramsal açıdan bakıldığında, kuantumlar, atomların doğanın en küçük yapıtaşları olduğunu savunan eski Yunan ATOMCULUK'uyla aynı gelenek içindedir. Kuantumlar maddenin atomsal veya ayrık yanını, onun periyodik veya dalgamsı yanının tamamlayıcı yanını temsil eder. (Bkz. DALGA/PARÇACIK İKİLİĞİ.) Aslında, KUANTUM FİZİĞİ'nin yüksek enerjili olgulara uyarlanmış hali olan KUANTUM ALAN TEOREM'inde, "atomlar" veya parçacıklar dalgalanan temel bir alanın kuantumları olarak değerlendirilir.

KUANTUM ALAN TEOREMİ

Kuantum alan teoremi (KAT), kuantum teoreminin yüksek-enerji fiziğinin alanına uyarlanmış halidir. Standart kuantum teoreminde olduğu gibi parçacıklara katı maddeler gözüyle bakmak yerine, kuantum alan teoremi, onları temel bir alanın uyarılmaları olarak ele alır. Tüm varlıklar bir enerji "havuzu"ndaki dalgalara veya şekillere benzer, katı, tekil yığınlar olmaktan ziyade. Evrenin kendisi dinamik enerjinin pek çok örneklerini içeren bir şey olarak tanımlanır.



BİR FEYMAN DİYAGRAMI 1

Temel kuantum fiziğindeki herhangi bir sistemde, mevcut parçacıkların türü ve sayısı sabittir. Değişen varlık onların hareketleridir. Fakat yüksek-enerji olguları bu şekilde işlemez. ÖZEL İZAFİYET'e göre, madde ve enerji birbirine dönüşebilir. Elektronla pozitron birleşip iki gama-ışını fotonuna dönüşebilir. Çekirdekten ayrılan bir nötron ondakika içinde üç farklı parçacığa bozunur. Bu dönüşümleri açıklamak için kuantum teoreminin parçacıkların temel olmadığı kavramsal bir çatı sunmak adına genişletilmesi gerekir.

Kuantum alan teoremi, parçacık fiziğinin tüm kollarında kurulu kuramsal çatı durumundadır. Tüm cisimler alanların uyarılmaları olarak görüldüğünden, foton, elektromanyetik alanın bir kuantumu, elektron, elektron alanının bir kuantumu, vb olarak ele alınır. Elektromanyetik alanın belli bir durumunun, ölçümde, sıfır, bir, iki veya herhangi bir sayıda foton içerdiği, her olasılığın dalga fonksiyonuna (olası kuantum durumları kümesinin matematiksel ifadesi) kendine özgü katkı sağladığı bulunmuştur. (Bkz. ÖLÇÜM SORUNU)

Bir alan gitar teline veya jöleye benzer; olası uyarılmaları onun olası salınım şekilleridir. Bu şekiller üst üste binebilir, böylece bir kerede birden fazla şekil oluşabilir. Yayın çekilmesine karşılık, diğer alanlarla bir etkileşimi de katarsak, bir (klasik) alan teoremi elde ederiz. Kuantizasyonu da katarsak bu bir kuantum alanı olur –DALGA/ PARÇACIK İKİLİĞİ–. Bu, verili parçacıkların başka enerji türlerine dönüştüğü bir çatıdır.

Schrödinger denklemi sıradan kuantum olgularının iyi bir ifadesi olsa da yüksek-enerji alanını doğru açılayamamaktadır. (Bkz. DALGA FONKSİYONU VE SCHRÖDİNGER DENKLEMİ) Sonuçta farklı türdeki yüksek-enerji parçacıkları için farklı alan teoremleri vardır –fotonlar için KUANTUM ELEKTRODİNAMİĞİ (KED), fermiyonlar (Madde parçacıkları) için Paul Dirac denklemi, ağır spinsiz bozonlar için (kuvvet parçacıkları) için Klein-Gordon denklemi vb. Tüm bunlar Özel İzafiyetle uyuşur. Tamamen başarılı bir şekilde sonuçlandırılmış ilk kuantum alan teoremi, KED idi, bu nedenle Amerikan fizikçiler Richard Feynman ile Julian Schwinger ve Japon Tomonaga Shin'ichiro 1965'de Nobel ödülü aldılar. Sonra gelen tüm kuantum alan teoremleri kendilerini KED'den sonra modellendirmişlerdir.

Kuantum alan teoremindeki Dirac denklemine göre, tüm fermiyonlar aynı kütleli fakat zıt elektrik yüklü antiparçacıklara sahiptir –örneğin, elektron ve pozitron, nötrino ve antinötrino, proton ve antiproton gibi–. Bu tahminin doğruluğu dosdoğru kanıtlandı. Tam sayılı spine sahip tüm parçacıkların Bose-Einstein istatistiğine uyarken, tek tamsayı-spinli tüm parçacıkların da Fermi-Dirac istatistiğine uydukları da kanıtlanmıştır. (Bkz. SPİN VE İSTATİSTİK)

Çoğu kuantum alan teoremi denklemleri tam olarak çözülemez. Onlar verili bir işlem içinde sonsuz sayıda olası sanal altişlemlere izin verir. (Bkz. KAUNTUM VAKUMU) Öte yandan, sadece en önemli altişlemler ele alınarak çok iyi bir cevap bulunabilir. Bunu denklemler yerine Feynman şemalarıyla göstermek daha kolaydır. Örneğin, yukarıdaki şema, bir fotonun (dalgalı çizgi) "çoğalabildiği" bazı işlemleri göstermektedir. Bu sonuçta bir elektron-pozitron çifti olabilir ve sonra tekrar eski haline dönebilir. Bu sırada çiftin üyelerinden biri bir foton yayıp onu tekrar soğurabilir vb.

Denklemlerin oluşturulabilen sonsuzlukları kuantum alan teoreminin üzücü bir özelliğidir. Onlar hesap dışı tutularak veya çıkarılarak, sadece elektronun enerjisindeki değişimlere odaklanmak, yeniden normalleştirme diye bilinen matematiksel bir metot-suretiyle denklemler uygulanır. Ancak sonsuzluklar sorun teşkil etmeye devam etmekte ve bir gün daha doğru bir teoreme ulaşacağımızı haber vermektedir. SÜPERSTRİNGLER teoremi bu amaca yönelik bir çabadır.

Felsefi açıdan, kuantum alan teoreminin, Alfred North Whitehead'in SÜREÇ felsefesi, Heraklitus'un maddeyi betimlemesi ve Budizmle çok ortak yanları vardır. Cisimlerin havuzun üzerindeki dalgalara benzediği bir yerde şu soruyu sorabiliriz: Sahile şimdi hafifçe çarpan dalga hızla geçen vapurun oluşturduğu dalgayla aynı mıdır? Özdeşlikle ilgili soruların kesin cevapları yoktur. (Bkz. OLUŞ; KUANTUM MEKANİĞİNDE ÖZDEŞLİK) Bu anlamda, kuantum alan teoremi fiziği; Batı düşüncesine hâkim olmuş Platon ve Aristo'nun sabit felsefelerinden uzak yeni bir paradigmaya götürmektedir.

KUANTUM ELEKTRODİNAMİĞİ

Heisenberg ve Schrödinger'in geliştirdiği kuantum teoremi, atom ve moleküllerdeki elektron ve proton gibi maddelerin davranışını açıklamıştı. Elektronun davranışı kuantize edilmiş olsa da onun hâlâ klasik ve manyetik kuvvetlerle etkileşim içinde olduğu kabul ediliyordu. Sonraki adım, kuantum teoremini, elektromanyetik alandan başlayarak tüm kuvvet alanlarına uyarlayarak genişletmekti.

Maxwell'in klasik elektromanyetik alan teoreminde, manyetik salınımlar elektrik salınımlarını üretir ve bu elektrik salınımları da sonuçta manyetik dalgalanmalar oluşturur. Alan kendi kendini ayakta tutar ve onun salınımları ışık hızında yol alır. Frekansa bağlı olarak onlar, radyo dalgaları, kızıl ötesi, görünür, mor ötesi vb dalga formlarını alırlar. Bu teoremin kuantum versiyonu fotonlar -enerji paketçikleri- üretmek için salınımları kuantize etmeyi içerir.

Klasik fizikte yüklü cisimler elektrik alanı sayesinde etkileşim kurarlar. Kauntum fiziğinde ise, iki elektron sürekli foton değiş tokuşu yapıyordur, rakip alana ilerlerken topu birbirine atan iki

futbolcu gibi. Her değiş tokuş elektronun momentumunda ufak bir kayma üretir. Bu değiş tokuşun net sonucu, eksi yüklü iki elektronun birbirini itmesidir. Keza elektron, artı yüklü proton tarafından çekilir. Bu şekilde değiştirilen fotonlara SANAL PARÇACIKLAR denir çünkü ışıktan farklı olarak onlar, uzayda uzun yol almak için gerekli enerjiden yoksundurlar. Onlar, bir bakıma, kuantum alanını ödünç alıp sonra geri öderler. Elektronlar ve foton alanından oluşan bu tüm sistemi inceleyen alana kuantum elektrodinamiği veya KED denilmektedir. Onun yeni tahminleri deneyler tarafından adamakıllı desteklenmiştir.

Klasik bir dünyada, salınım yapan bir yayın veya salınım alanının en düşük enerji düzeyi, mutlak hareketsizlik halindekidir. Bu halde salınım enerjisi sıfıra düşer. Bir kuantum sistemi için durum çok farklıdır çünkü kuantum alanının en düşük enerji düzeyi bile sıfır-nokta salınımı diye adlandırılan bir salınım sergiler. Tüm elde edilebilir enerjinin ortadan kalktığı mutlak sıfırda dahi, kuantum alanı bir kuantum salınımı halinde kalır. HEİSENBERG BELİRSİZLİK İLKESİ'nden dolayı, alanın konumu ve momentumu birlikte tam olarak sıfır değerini alamaz. Yine de buna onun vakum veya taban hali denilmektedir çünkü sistemin gidecek bir yeri yoktur. (Bkz. KUANTUM VAKUMU) O bu son enerjisini tüketip hareketsiz hale asla geçemez.

Sıfır-nokta salınımların enerjisi, olası tüm salınım frekanslarında birbirine eklendiğinde, sonsuz olmaktadır. Vakum halinin bu sonsuz enerjisi kauntum alan teoreminin önüne çıkan en önemli sorunlardan biridir. Vakumun bir santimetre küpünde dahi, görünen evrendeki bütün maddenin sahip olduğundan daha fazla enerji vardır. Materyal evren, esas taban haliyle kıyaslandığında hayali bir bulut gibi kalmaktadır. Ancak gerçekten durum böyle midir? Sonsuzluklar kuantum dünyasının kaçınılmaz sonuçları mıdır yoksa basitçe, sadece sınırlı bir geçerliliğe sahip bir teoremin bir kusuru mudur?

KED içindeki sonsuzluklar başka yolla da ortaya çıkmaktadır. Bir elektronun enerjisini hesaplamak için, fizikçiler, elektronun kendi elektromanyetik alanıyla olan etkileşimini hesaba katmak zorundadırlar. Bu enerji de sonsuz çıkmaktadır. Fizikçiler, KED'den sonsuzlukları ve sapmaları çıkarmak için yıllardır bir dizi teoremin üzerinde çalışmaktadırlar. (Bkz. ÖZ-ENERJİ)

KUANTUM FİZİĞİ

Kuantum fiziği, yeni bir bilim dalı olarak, dünyaya yeni bir bakış açısını içermektedir. Fiziksel dünyanın davranışıyla ilgili olarak çok doğru ve beklenmedik tahminlerde bulunmaktadır. Bu tahminler, dünyada yer alan varlıkla onların nasıl davrandığı ve birbirleriyle ne şekilde ilişkili olduğu hakkındaki varsayımlar ve öngörülerden oluşan daha geniş bir kümeden bakıldığında ancak kavranabilir.

1900 ile 1930 yılları arasında adım adım meydana gelen temel kuantum mekaniği, büyük oranda altı adamın çalışmalarından ibaretti: Albert Einstein, Niels Bohr, Paul Dirac, Erwin Schrödinger, Max Planck ve Werner Heisenberg. İlk başarıları, eski klasik paradigmaya uymayan garip deneysel sonuçları anlamlı kılmak için kuramsallaştırılan parça parça teoremlerdi. Kuantum ilk başta bütünüyle mikrodünya üzerinde odaklanmıştı ve kuantum teoreminin, sadece çok küçük şeylerin davranışına uygulanan bir bilim olduğu şeklinde yanlış bir anlayış gelişmişti.

Kuantum teoremi her düzeydeki –çok küçük, gündelik ve çok büyük– fiziksel gerçekliğe uygulanır. Onsuz, yıldızların nükleer enerjiyi nasıl ürettiği, kimyasal bileşiklerin renkleri nasıl ortaya çıkardığı, katıların niçin güce ve genelde bükülme kapasitesine (katı-hal fiziği) sahip olduğu, elektrik akımının kablolardan niçin geçebildiği veya süperiletkenlik ve lazer ışığı gibi olguların nasıl gerçekleştiğini anlayamayız. Mikroçip teknolojisi bütünüyle bir kuantum teknolojisidir ve kuantum etkileri biyolojide giderek daha fazla önemsenmektedir.

Kuantum küçük bir enerji paketçiği veya yığınıdır; mikrodünyadaki tek bir olayla ilişkilendirilebilecek en küçük ayrık birimdir. Bir elektron bir enerji yörüngesinden diğerine sıçradığında, çok sayıda kuantum olarak ölçülebilen bir miktar enerji alır veya verir. Öte yandan kuantumlar bölünemez. Bir parçacığın bir durumdan diğer duruma geçişi asla bir buçuk kuantum veya üç çeyrek kuantum kullanmaz. Bu sayede, kuantum sıçraması, bir enerji düzeyinden başka bir enerji düzeyine anlık geçiş mümkün olur. Bir fizikçi kuantum fiziğini "parçalar ve sıçramalar"ın fiziği olarak tanımlamıştır.

Kuantum fiziğinin "parçalılık ve sıçrayışlılığı" onu Newtoncu paradigmadan ayıran en keskin noktalardan biridir. Klasik fizik

hareketi düz sürekli değişim, enerjiyi de sürekli bir spektrumdaki artma veya azalma olarak tanımlar. Kuantumların varlığı bunun nedenini açıklar.

1920'lerin sonlarında, kuantum mekaniğinin parçalı teoremleri ve tahminleri tutarlı bir matematiksel çerçeve içinde sistemleştirildi. Kuantum teoremi böylece zarif ve tam olarak doğmuş oldu, oldukça kesin nümerik değerlerle çok sayıda fiziksel olguyu tahmin edebildi. Ancak onun tanımladığı varlık, olaylar ve ilişkiler genel kanıyı tümden sarstı.

Eski fizik, dünyayı, iki ayrı varlık, parçacık ve dalga olarak tanımlarken, kuantum teoremi DALGA/PARÇACIK İKİLİĞİ'ni ileri sürdü. Hangi formu alırsa alsın, evrenin temel yapıtaşları "dalgalılar", bazı durumlarda dalga bazı durumlarda ise parçacık gibi hareket etme potansiyeline sahip belirsiz şeylerdir. Bazı yetişkinlere iyi diğerlerine ise kötü davranan çocuklar gibi, onlar da bağlamlarına veya bulundukları ortamın koşullarına bağlı olarak dalga veya parçacık özelliği sergiler. (Bkz. BAĞLAMSALCILIK)

Bir kuantum varlığı hem momentuma sahip olan bir dalga hem de konuma sahip olan bir parçacık gibi davranma kapasitesine sahiptir. Varlığın momentum ve konumunu aynı anda asla bilemeyiz. Aslında o, onlara aynı anda sahip olmaz. Birisi belirdiğinde diğeri belirsizleşir. HEİSENBERG BELİRSİZLİK İLKESİ'nin özü budur. Kuantum gerçekliğine bakmak sis tabakaları arasından bulanık şekillere bakmaya benzer.

Klasik fizik katı şekilde determinist ve dolayısıyla tahmin edilebilirdir. Newton'un evren yasaları der ki; onları etkileyen tüm diğer koşullar aynı kaldığında, B, A'yı her zaman aynı tahmin edilebilir şekilde takip eder. Ama kuantum fiziği, bunun, sadece doğruya yaklaşık olduğunu göstermiştir. Kuantum teoreminde, B, A'yı takip edebilir ve biri bunun ihtimalini hesaplayabilir ama kesinlik yoktur. Kuantum olayları genelde "öylece" olur, sonra neyin, nasıl ve ne şekilde olacağını bilmenin bir yolu yoktur. (Bkz. BELİRSİZLİK.)

Klasik fizik, tüm karmaşık şeyleri bir iki basit bileşene indirger ve onların mutlak, değişmez doğasını, aktüalitesini veya "neliğini" vurgular. Oysa kuantum fiziği, basit varlık birleştiğinde veya ilişki kurduğunda yeni özelliklerin tezahür edeceğini savlar. Bütün, parçaların toplamından fazladır. Her zaman var olandan

başka veya daha fazla olma ihtimali vardır. Her kuantum parçası burada ve orada, şimdi ve sonra olma potansiyeline, dünyayı etkilemek için çok yönlü kapasiteye sahiptir.

(Bkz. KAUNTUM MEKANİĞİNDE GERÇEKLİK VE İmkân (potansiyel); BİR KUANTUM AŞÜFTESİ) Kuantum gerçekliğinin temelinde matematiksel olarak dalgalı olasılıklar dağılımı diye tanımlanan varlığın taban durumu, bir "imkân denizi" vardır. (Bkz. DALGA FONKSİYONU VE SCHRÖDİNGER DENKLEMİ)

Eski fizikte ve ortak kanıya göre, sebep sonuç zincirinin bir parçası olarak varlık hareket eder ve olaylar gerçekleşir. Bir şeyin üzerinde bir kuvvet etkidiğinde veya ona bir sinyal ulaştığında, o da uygun tepkiyi verir. Bu çeşit yerelleşmiş edim veya neden olmazsa varlık durgun kalır. Oysa kuantum olayları genelde "yerel değil" –yani, onlar belirgin bir neden, bilinen bir kuvvet veya sinyal olmadan gerçekleşir–. Kuantum gerçekliğinin bileşenleri her nasılsa bağlılaşıktır; birbirlerine tepki verirler ve uyum içinde hareket ederler, sanki daha büyük ama görünmez bir bütünün dalgalanan parçalarıymışlar gibi. (Bkz. YEREL OLMAMA)

Her biri kendi zaman ve mekanı içinde izole olmuş ve sadece kuvvet yoluyla birbirine bağlanan, minik ayrık parçalardan oluşan klasik atomcu dünya şemasının köhneliğini kuantum fiziği ortaya çıkardı. Kuantum evreninde –ki bu tüm evrendir– her "parça" diğer parçalara hassas bir şekilde bağlıdır ve bileşenlerin sahici özdeşliği –varlığı, nitelikleri ve karakteri– onların birbirleriyle olan ilişkilerine bağlıdır. Kuantum varlıkları veya sistemleri incelenirken, bir varlığı çevresinden izole etmeyi öngören bir bilimsel metodu kullanmak, eğer yaklaşık sonuçlar elde etme amacı güdülmüyorsa, imkânsızdır. Parça ancak daha büyük bir bütünün bağlamı içinde kendini bütünüyle açığa vurur. (Bkz. HOLİZM)

Ayrıca gözlemciyi (veya ölçüm aygıtını) gözlemlenen şeyden ayırmak da mümkün değildir. Klasik fiziğin denklemlerinde gözlemcilerin yeri yoktur. Onlar olayların determinist zincirinde "faal" rol oynamazlar. Oysa kuantum fiziğinde, gözlemci gözlemlediği şeyin parçasıdır. Gözlemcinin bedeni ve konumu, deneysel tasarımı veya ölçüm düzeneğini seçimi, hatta bilinci bile kuantum gerçekliğinin tezahür etme biçimiyle karşılıklı yaratıcı bir diyalog içindedir. "O tamamen senin ona nasıl

baktığına bağlıdır" deyişi yeni ve güçlü bir anlam kazanır. Gözlemci fiziksel gerçekliği etkin şekilde değiştirir, onun temel imkânlarından birini fiilen açığa çıkarır. (Bkz. Schrödinger'in kedisine ÖNSÖZ; KATILIMCI EVREN) Bunun tam olarak nasıl ve niçin böyle olduğu, ölçüldüğünde veya gözlemlendiğinde, kuantum gerçekliğinin radikal bir şekilde daha bilindik günlük hayatın gerçekliğine nasıl dönüştüğü kuantum fiziğinin önde gelen sorunudur. Bu ÖLÇÜM SORUNU veya gözlem sorunu olarak bilinir.

Kuantum gerçekliğinin pek çok özelliği ortak kanıya ters göründüğünden, kuantum fiziği belirsiz olmakla nitelendirilmiş, Alis Harikalar Dünyasında fiziği diye adlandırılmıştır. Einstein, bu fiziğin kendisinde "aşırı zekice bir paranoyanın yanılsamalar sistemi" izlenimi bıraktığını söylemişti. Yakın zamanlarda, Nobel ödülü sahibi fizikçi, Richard Feymann, kuantum fiziğini anlamak mümkün değildir ve bunun için çabalamak da faydasızdır demiştir. Ama bu durum değişmeye başlamıştır.

Kuantum teoreminin gelişiminin neredeyse üçüncü aşamasında, fizik felsefecileri, teoremin daha geniş kapsamlı içeriklerini anlamaya başlamışlardır. Bilim adamları artık bu fiziğin kaos teoremi ve karmaşıklık fiziğindeki gelişmelerle ne şekilde ilişkili olduğunu ve yeni ve bütüncül bir bilimsel paradigmaya nasıl katkıda bulunduğunu fark etmeye başlamışlardır. Bilim adamı olmayanlar, kuantum teoreminin tanımladığı varlık kategorileri ile ilişki biçimlerinin, insan psikolojisini ve insan ilişkilerini anlama çabalarımız için nasıl anlamlı modeller olma işlevi gördüğünün giderek daha fazla farkına varmaktadırlar. Zihinle ilgilenen düşünürler kuantum gerçekliği ile bilincin doğası arasında benzerlikler bulmaktadırlar. Kültürel paradigmadaki değişimler, bütüncülük üzerine yapılan yeni vurgu ve insanlar ile doğal dünya arasında yaratıcı bir diyaloğa duyulan büyük gereksinim, kuantum fiziğini, yenilenmiş bir ortak kanı ve gündelik ilgi içinde konumlandırmıştır.

Nükleer tepkimelerin yüksek enerjilerinde, parçacıklar yaratılabilir veya yok edilebilir. (Bkz. ÖZEL İZAFİYET) Bu noktada kuantum fiziğinin KUANTUM ALAN TEOREMİ olarak açımlanması gerekir. Daha yüksek enerjilerde fizik teoremleri eğreti durmaktadır. (Bkz. HER ŞEYİN TEOREMLERİ) Ama şuna şüphe

yok ki kuantum fiziğinin ilkeleri gelecekte yapılacak herhangi bir sentezin bir parçasını oluşturacaktır.

KUANTUM KÜTLE ÇEKİMİ

Fizikçiler tüm parçacıkları ve doğa kuvvetlerini tek bir şema altında açıklama umudu içindeler. Kütleçekimi, aynı zamanda her yerde bulunan bu doğa kuvveti, tabii olarak nihai teoremin içinde olmalıydı. Bu noktada, BÜYÜK BİRLEŞİK TEOREMLER, PLANCK DÖNEMİ'nin derin suları içine dalmalı ve modern fiziğin sütunları olan KUANTUM FİZİĞİ ile GENEL İZAFİYET'i uzlaştırma gayreti göstermelidir.

Kuantum teoreminin ilk günlerinde, fizikçiler, kütle çekimini kuantum alanı bağlamında ele almanın, klasik kütle çekimi alanı için denklemler yazmanın ve tıpkı elektromanyetik alanın kuantize edilmesi gibi onun da kuantize edilmesinin mümkün olabileceğini umuyorlardı. Bir dizi teknik ve matematik zorluklardan ötürü bu gerçekleşemedi.

Bugün de fizikçiler yeni bir birleşik teoremler dizisini ileri sürerken önemli teknik zorluklarla karşılaşmaktadırlar. Doğanın sadece karmaşık matematikle okunabileceği bir düzeye mi ulaşmış bulunuyoruz yoksa daha doğrusu artık doğru soruları sormuyor muyuz?

"Kütle çekimini kuantize etme" ile bağlantılı sorun, işin tersinden yapılmasıdır. İki teorem arasındaki derin uyuşmazlıkla hiç yüzleşmeden, Genel İzafiyetten bir kuantum özü çıkarmaya çalışılmaktadır. Fizikteki bazı çok iyi kafaların yarım asırlık çalışmalarına rağmen, bilim kuantum teoremiyle izafiyeti bir araya getirmeye yakın görünmemektedir. Yan yana konulduğunda iki teoremin, birleşmelerine asla izin vermeyecek doğal uyuşmazlıklar barındırdığı görülecektir. Çözüm, içinden hem kuantum teoreminin hem de Genel İzafiyetin çıkarsanabileceği, daha derin, yeni bir teoremde yatmaktadır.

Nispeten anahtar niteliğinde olan bir olayı diğerine bağlayan ışık ışını: bir kavram sinyaldir. Teorik ve pratik astronomide uzay, çaprazlama kesişen ışık ışınları ile tanımlanır veya çizilir. Bu kavram olmadan, izafiyeti tartışmaya başlamak bile çok zordur. Buna karşın sinyal kavramı kuantum teoremi içinde buharlaşır. Sinyalin bir anlam ifade etmesi için, adamakıllı tarif edilmiş

bir gönderici ile alıcı arasında ayırt edici bir farklılık olmalıdır, ayrıca ikisi arasında taşınan bir de mesaj bulunmalıdır. Her kuantum olayında, gözlemci ile gözlenen öylesine azaltılamaz derecede birbirine bağlıdır ki onların arasındaki sinyal kavramı belirsizleşir. İzafiyette uzayın tanımı doğru saatlere ve ölçüm çubuklarına bağlıdır. Ama en doğru saatler atomik cihazlardır ve en doğru ölçüm sistemleri de radar ve lazerdir. Dolayısıyla izafiyet kuantum teoremini ön koşul olarak gerekli bulmaktadır. Fakat bir kuantum durumunu tanımlamak için, katı, iyice tarif edilmiş bir deneysel düzeneğe ihtiyaç vardır. Kuantum teoremi bu tür klasik nesnelerin varlığını öngörür, yine de izafiyete gelindiğinde katı cisim kavramı artık elde tutulamaz. Görünüşe bakılırsa her bir teorem bir diğerine bağlıdır ama derinden uyuşmayan yollarla.

İzafiyet sürekli diferansiyel denklemlerle formüle edilmiştir –uzay ve zamanın boyutsuz nokta düzeyine kadar sürekliliğini varsayar–. Kuantum teoremi, uzay-zamanın bu sınıra yaklaşmadan önce köpüksü bir yapıya dönüşmesi gerektiğini belirtir. (Bkz. PLANCK DÖNEMİ) Başka bir zorluk da yerel olamamanın kuantum teoreminin vazgeçilmez bir özelliği olmasıdır, ne var ki onun ruhu izafiyetle uyuşmaz.

Bu tür düşünceler, kuantum teoremiyle izafiyetin şimdiki halleriyle asla birleştirilemeyeceği izlenimini vermektedir. Yeni ve daha derin bir teoreme gerek vardır. Ama o basitçe girişimci bir fizikçi tarafından düşünülüp tertip edilemez. Zira, şimdiki teoremlerin ötesinde yeni fiziksel anlayışları gerektirmektedir.

Fiziğin en temel düzeni, Newton'dan da öncesine dayanan Kartezyen düzen olarak kalmıştır. Fizik yasaları diferansiyel denklemler olarak ifade edilir, alanlar sürekli bir uzay-zaman üzerinde tanımlanır ve Kartezyen koordinatlar tüm denklemlerin ortak dilidir.

Fiziğin artık tüm teoremleri için sürekli uzay-zamanı sahnenin arka perdesi olarak kabul edemeyeceği yönünde bir fikir birliği bulunmaktadır. Bunun yerine uzay-zaman ve kütle çekimi temel bir teoremden çıkarsanmalıdır. John Wheeler'in de belirttiği gibi:

Birinci Gün: Kuantum İlkesi
İkinci Gün: Uzay-zaman

İkinci gün doğru bir Herşeyin Teoremi için hâlâ uzun bir yol katetmeyi gerektirmektedir. (Bkz. HER ŞEYİN TEOREMLERİ.) O, şimdiki Standart Model üzerinde değişiklikler yapma meselesi değildir sadece. Kütle çekimini kapsayan herhangi bir kapsamlı teorem için, fiziğin yüzü de adamakıllı şekilde değişmek zorundadır.

Kütle çekiminin yarı klasik bir teoremi de gündeme gelmiştir. Arkaalandaki uzay-zaman klasik şekilde ele alınırken, madde ve kütleçekimi dalgaları kuantum alanları olarak görülür. Kütleçekimi ve bunun sonucunda meydana gelen Öklitçi uzay-zamanı eğrilmesi yeterince güçlü değilse, ortaya çıkan yakınlaştırma yeterince iyidir. Bundan faydalı sonuçlar elde edilmiştir –örneğin KARA DELİKLER'den yayılan Hawking radyasyonu gibi–. (Bkz. SANAL PARÇACIKLAR.) Ama bu melez teorem yeniden normalleştirme olgusuna tâbi olmamaktadır. (Bkz. ÖZ-ENERJİ) O tam bir kuantum kütleçekimi teoremi olamaz. Bundan ötürü, tümüyle farklı bir yaklaşıma gerek vardır. Şimdiki adaylar SÜPERSİMETRİ ve SÜPERSTRİNGLER'dir.

KUANTUM MEKANİĞİNDE GERÇEKLİK VE İMKÂN

Kuantum dünyasında, varlıklar ölçülebildiğinden veya gözlemlenebildiğinden her zaman daha fazladır. Gözlemlenebilen veya ölçülebilen şey gerçekliktir, bir şeyin veya durumun ne olduğudur. Oysa herhangi bir kuantum cismi veya sistemi bundan daha fazlasına sahiptir –imkâna veya potansiyele–. Sistem gelişirken doğmayı bekleyen gerçekliktir bu, sistemin ne olabileceği veya onun olası geleceklerinin kümesidir. Kuantum fiziğinde, olabilirlik ontolojik bir konuma, kendine özgü bir gerçekliğe sahiptir. Bir sistemin imkânı onun özelliklerinden -sistemin içindeki enerji, yaratıcılık ve esneklik– biridir. Fizikçiler kuantum cisimleri üzerinde hesaplar yaparken, hem gerçekliği hem de imkânı hesaba katarlar.

Belli bir hacme ve şekle sahip, plastik veya camdan yapılmış ve milimetrelerce kalınlığa sahip sıradan bir pencereden söz edebiliriz. Ama pencerede ayrıca içinden ışık geçirme veya bir taç parçasının çarpmasıyla kırılma imkânına da sahiptir. Aynı şekilde insanları tarif etmek için kullandığımız terimlerin çoğu, isim, yaş, cinsiyet ve göz rengi gibi, onların gerçeklikleridir.

İnsanları tanımlamak için kullanılan diğer ifadeler ise onların imkânlarını tanımlar. Onlar sanatçı, görüş sahibi, hazırcevap veya çabuk sinirlenen insanlar olabilir. Burada bizi ilgilendiren şey, bu iki tarif çeşidinin, gerçeklik ve imkânın fizikte birbiriyle nasıl ilişkili olduğudur.

Klasik Newton fiziğinde, bir şeyin imkânı gerçek bir varlığa sahip değildir. Tüm imkânlar gerçekliklere indirgenebilir. Bir cam bardağın saydamlığı veya kırılganlığı onun temel moleküler yapısından kaynaklanır. İnsanların yetenekleri ve imkânları beyin yapılarına ve önceki tecrübelerine indirgenebilir. Herhangi bir bütünün özellikleri onun parçalarının özelliklerine indirgenebilir. Newtoncu yaklaşım tamamen, –gözlemlenebilir, ölçülebilir ve nicelleştirilebilir– olguların en yüce hüküm sürdüğü, çıkarcı "çetin ceviz" bir yaklaşımdır.

Eski dönemlerde, bir biyolog olan Aristo, basit şeylerin nasıl engin karmaşıklıktaki yapılara dönüştüğünü merak etmişti. Örneğin nasıl oluyor da bir meşe palamudu meşe ağacına dönüşüyordu? Aristo, meşe palamudunun bir öze, imkânlarının fiilen maddi açıdan gelişmesini yönlendiren bir çeşit içsel planına sahip olduğuna inanıyordu. Bugün bizler bunun daha fazlasını biliyoruz. Moleküler biyologlar, meşe palamudunun imkânlarının temel bir maddi yapı, onun DNA şifresi tarafından taşındığını bizlere söylemektedirler. Hem fizikte hem de biyolojide imkân kavramına gerek yoktur. Buna karşın, 20. yüzyılın yeni bilimi, bizleri indirgemeci görüşün son söz olup olmadığını sorgulamaya itmektedir. (Bkz. İNDİRGEMECİLİK)

Kuantum fiziğinin başlıca yorumlarından biri, eğilim yorumu, kuantum gerçekliğinin iki tür gerçekliği, fiili ve potansiyel gerçekliği içerdiğini öne sürmektedir. Fiili gerçeklik bir kuantum cismini gözlemlerken veya ölçerken elde ettiğimiz şeydir; potansiyel veya imkân ise cismin ölçülmeden önce içinde bulunduğu durumdur. Schrödinger'in dalga fonksiyonu, herhangi bir zamanda veya bağlamda bir cismi ölçerken görebileceğimiz şeylerin sonsuz dağılımını tanımlar. (Bkz. DALGA FONKSİYONU VE SCHRÖDİNGER DENKLEMİ) Gerçi bu durumlar yalnızca "potansiyeller" olsa da birbirleri ve gerçek dünya üzerinde etkiye sahiptirler. Evrilip birbirleriyle girişim yapabilirler; kesişimleri gerçeklikler doğurabilir; gerçek işlemleri başlatabilirler. (Bkz.

KUANTUM TÜNELLEMESİ; SÜPERPOZİSYONLAR; SANAL GEÇİŞLER)

Bir ölçme eylemi (Bkz. ÖLÇÜM SORUNU) DALGA FONKSİYONUNUN ÇÖKÜŞÜ'ne yol açana ve tüm bu imkânları tek bir gerçekliğe dönüştürene kadar, imkânlar, uzay ve zamana yayılır. YEREL OLMAMA üzerinde yapılan deneyler, imkânların ışık hızından daha hızlı yol aldığını ve ani bağlılaşımlara yol açtığını göstermektedir. Özel İzafiyet gerçekliklerin bunu yapamayacağını ama farklı bir varlık türüne sahip olan imkânların yapabileceğini kanıtlamıştır.

İmkânın, varlığın ikinci alanı olduğunu ve dolayısıyla olasılıkların bir ölçüde gerçek varlıklar olduğunu kavrayabilirsek, KUANTUM VAKUMU'nun doğasını ve onun günlük varlıkla ilişkisini anlamaya başlarız. KUANTUM ALAN TEOREMİ'nde tanımlanan vakum, her şeyin en küçük temel enerji halidir, her şeyin kaynağıdır. Öte yandan vakum, kelimenin sözlük anlamıyla "mevcut" değildir, zira mevcut olmak "göze çarpmak" anlamını barındırır. Vakumu göremeyiz, ona dokunamayız ve onu ölçemeyiz. O salt bir imkân denizi, uyarılması varlığa vücut verecek bir tür önvarlıktır. Dolayısıyla imkân varlığın kaynağıdır, varlık ise gerçeklikler veya "tezahürler" çokluğudur. Bu çeşit düşünce tarzı mistiklere, özellikle Doğu mistiklerine tanıdık gelir ama Batı düşüncesine yabancıdır ve kuantum fiziğinin yeni bir paradigmayı haber verdiği çok önemli hususlardan biridir.

Ne zaman yeni bir paradigma belirse, eski paradigmaya bağlı kalanlar kavgaya tutuşur. Bu yüzden imkânını ontolojik konumunu hesaba katmayan veya ondan kaçınan halihazırda iki tane kuantum mekaniği yorumu daha vardır. Birincisi David Bohm tarafından ortaya atılmıştır ve saklı değişkenler teoremi olarak bilinir. Buna göre, kuantum varlıkları salt alttaki gerçekliklerdir, ama onları inceleme veya ölçme tekniklerimiz çok kaba olduğundan, gözlemlerimiz belirsiz veya saçaklı çıkmaktadır. Bu görüş, dünyanın tüm düzeylerde gerçekliklerden oluştuğuna inanan kimselere felsefi açıdan çekici gelebilir ama onu kanıtlayan bir delil henüz yoktur ve onun savları fizikteki diğer problemlere uygulandığında inanırlığını daha da yitirmektedir.

Halihazırdaki ikinci yorum Niels Bohr'un TAMAMLAYICILIK savıdır. Buna göre, kuantum sistemleri hakkında söyleyebilece-

ğimiz tek şey, onlar üzerinde kimi deneyler yaptığımızda, kimi ölçüm sonuçları verdikleridir. Kuantum sistemleri, salt imkânlar ve ölçüm sonuçları olarak değerlendirilir, yalnızca aktüaliteler klasik gerçekliklerdir. Dolayısıyla Bohr'un yorumu gerçekliği ikiye ayırır; kuantum gerçekliği ve klasik gerçeklik ve onlar arasındaki herhangi bir gizli karşılıklı etkileşimle ilgilenmez.

Ana kuantum teoreminde gerçeklikle imkânın nasıl ilişkili olduğu yönündeki en ilginç görüş, HEİSENGERG BELİRSİZLİK İLKESİ'dir. Buna göre, herhangi bir anda veya bağlamda her imkân gerçek olamaz. Gerçeklik imkân ile aktüalite, henüz doğmamış olasılıklar ile olgular arasındaki hızlı bir danstır. Eğer bir parçacığın konumunu tespit edersek, momentumu belirsizleşir veya bunun tersi olur. İşte orada hem gözlem (olan) hem de yaratıcı vizyona (ne olabilir) yer vardır.

KUANTUM MEKANİĞİNDE ÖZDEŞLİK

Kuantum cisimleri gerçek "varlık" değil, daha çok aktif enerji örüntüleridir. Her birinin dalga (değişen potansiyelden meydana gelen bir dağılım) ve parçacık (şimdi burada olan ve tespit edilebilen bir şey) özelliği vardır. Ancak herhangi zamanda hangi özelliğin açığa çıkacağı çevresel koşullara bağlıdır. (Bkz. BAĞLAMSALCILIK) Kuantum gerçekliğinin "kaygan" doğası bilindiğinde, bir kuantumu diğerinden, bir kuantum cisminin geçici, bağlamsal özelliklerini onun "özünden" ayırt edebilir miyiz? Aslında kuantum cisimlerinin bir özü var mıdır? Bu soruların cevabı, bu dünyadaki kişilerle şeylerin özdeşliklerine dair uzun süredir yapıla gelen felsefi bir tartışmayla doğrudan ilgilidir.

Felsefi gelenek özdeşlikle ilgili olarak iki çeşit soru sormaktadır. Birincisi, töz meselesi, bir varlığın temel gerçekliğini onun herhangi bir zamandaki niteliklerinden nasıl ayırdığımızı sorar. İkincisi, ayırt edilemezlik sorunu, (Leibniz, onu, ayırt edilemezlerin özdeşliği diye adlandırmıştı), iki varlığın bütünüyle aynı niteliklere sahip olması durumunda, onların yine iki varlık mı yoksa tek bir varlık mı olacağını sorar. Kuantum fiziğindeki varlıklarla ilgileniyorsak bu soruları yeniden ele almak zorundayız.

KUANTUM MEKANİĞİNDE İLİŞKİSEL HOLİZM

Her kuantum cismi hem dalga hem de parçacık özelliğine sahiptir. Dalga özelliği belirsizdir, uzay ve zamanın ve imkânlar dünyasının bütününe yayılmıştır. Parçacık özelliği belirlidir, uzay ve zamanın bir yerinde konumlanmıştır ve gerçekliğin dünyasıyla sınırlıdır. (Bkz. DALGA/PARÇACIK İKİLİĞİ.) Parçacık özelliği sabittir ama dalga özelliği ancak onun ortamla diyaloğu içinde –deneysel bağlamı olan (Bkz. BAĞLAMSALCILIK.) bir diyalog içinde veya gözlem veya ölçüm içindeki başka bir cisimle ilişki içinde– sabitlik kazanır. Kuantum varlıklarını ve sistemlerini, daha önce mevcut olan hiçbir parçaya veya onların ilişkilerine indirgenemeyecek, sahiden belirmiş, ilişkisel bir holizm içinde birleştiren, işte bu belirsiz dalga özelliğidir –varlıkla ilişkili bir dizi imkânlardır–.

Eğer iki veya daha fazla kuantum cismi "ortaya çıkarsa" –aynı kaynaktan– onların imkânları karışır. Belirsiz dalga özellikleri tamamen birbirine karışır, öyle ki birinin potansiyelindeki bir değişim diğerinin aynı potansiyelinde bağlılaşık bir değişime yol açar. BELL TEOREMİ'ni test etmek için yapılan YEREL OLMAMA deneylerinde, bir odanın köşesinde duran bir fotonun önceden belirsiz olan polarizasyonunu ölçmek, odanın diğer köşesine sıçrayan eşli fotonun polarizasyonunun anlık olarak tespit edilmesini etkiler. Polarizasyonların bağlılaşık olduğu söylenir; hep anlık belirlenirler ve birbirlerine zıttırlar. Bu eşli fakat zıt polarizasyon fotonların "ilişkisel holizm"inin beliren özelliği –ancak onların potansiyellerinin karışması ile varlık kazanan bir özellik– diye tanımlanır. İlişkisel holizm, fotonlar gözlemlenene kadar mevcut olmayan tekil polarizasyonlara dayanmaz. Her ne kadar zıtlıkları, meydana gelen birleşik sistemlerinin sabit bir karakteri olsa da kelimenin tam anlamıyla önceden mevcut değillerdir.

Birbirine karışmış iki kuantum cismi eşanlı ölçüldüğünde veya bir araya geldiğinde, ilişkileri "ileri bir olgu" ortaya çıkarır. Kuantum ilişkisi, iki ilişkili cismin tekil özelliklere ayrışmasıyla öngörülmeyecek yeni bir gerçeklikten söz eder.

Bir kuantum cisminin önceden belirsiz olan özelliklerinin verili bir deney bağlamında belirmesi de ilişkisel holizmin başka bir örneğidir. Bir fotonun dalga mı yoksa parçacık mı olduğunu

onu ölçmeden söyleyemeyiz ve bu ölçümü nasıl yapacağımız ne göreceğimizi belirler. Kuantum cismi şadece ölçüm düzeneğiyle ilişkili olarak kesin yeni bir nitelik –konum, momentum, polarizasyon– kazanır. Bu ilişkiden önce o nitelik mevcut değildir; belirsizdir.

Potansiyellerin veya imkânların yerel olmayan karışımına dayanan kuantum ilişkisel holizmi önceden tanımlanmamış bir holizm türüdür. Her ilişik cisim, belirgin nitelikleri ortaya çıkmadan önce bazı niteliklere –kütle, yük, spin– sahip bulunduğu için, klasik fizikte olduğu gibi bir ölçüde atomik parçalarına indirgenebilir. Buradaki holizm, her şeyin 'Bir'in bir çehresi olduğu Parmenides'in veya Spinoza'nın aşırı holizmi değildir. Yine onların bazı nitelikleri ancak ilişki yoluyla belirdiği için, kuantum cisimleri bütünüyle indirgemeciliğe de tâbi tutulamaz. Hakikat, Newton ile Spinoza'nın arasında bir yerdedir. Ayrıca bir kuantum sistemi bazen daha atomistik bazen de daha holistik özellik sergilemesi açısından da değişiklik arz eder zira karışmanın derecesi değişebilir.

KUANTUM RENK DİNAMİĞİ

Kuantum renk dinamiği (KRD), daha ağır temel parçacıklar oluşturmak için kuarkları birbirine bağlayan "renk" kuvvetinin keşfiyle ortaya çıkmıştır.

Elli yıl önce, atomun çekirdeğinin proton ve nötron diye adlandırılan iki temel parçacıktan oluştuğu düşünülüyordu. Protonların karşılıklı elektriksel itim kuvvetine rağmen çekirdeğin dağılmayacağına inanılıyordu çünkü protonlar ve nötronlar, pi-mezon parçacıklarından oluşan güçlü çekirdek kuvveti sayesinde birbirlerini çekiyorlardı. Bu kuvvet, kısa mesafeli olduğu ve büyük bir çekirdeğin çapından daha geniş mesafelerde söndüğü için, kararlı bir çekirdeğin maksimum büyüklüğüne ilişkin doğal bir sınırlandırma vardır.

Ancak bu eski tablodan sonra, parçacık hızlandırıcı deneylerinde 200'den fazla "temel" parçacık keşfedilmiştir. "Güçlü çekirdek kuvvetinin ayrıntılarının çok karmaşık olduğu ortaya çıkmış ve bu çeşitliliğe bir düzen getirmek için daha esaslı ve basit bir analiz formüle edilmeye çalışılmıştır." Protonlar ve nötronlar gibi ağır "temel" parçacıklar olan HADRONLAR'ın

üç tane kuark içerdiği artık biliniyor. Bu kuarklar kendileri arasında etkili olan renk kuvvetiyle bir arada tutulmaktadır. Üç nesil halinde toplam üç "çeşit" kuark vardır. En hafif iki kuark "yukarı" (elektrik yükü +2/3) ve "aşağı" (elektrik yükü -1/3) dır. (Bkz. özet makale D KOZMİK KUBBE)

Kuarklar ayrıca elektrik yüküne benzeyen ama ondan daha karmaşık olan başka bir çeşit yüke de sahiptirler. Her bir kuark, keyfi olarak kırmızı, mavi ve yeşil diye adlandırılan üç renk yükünden birine sahiptir. İlke; benzer yükler iter; farklı yükler çeker. Dolayısıyla en kararlı birleşim, yukarı ve aşağı, iki en hafif çeşidin bir kırmızısı, bir mavisi bir de yeşilidir. Bu birleşim, protona (iki yukarı bir aşağı) veya nötrona (bir aşağı iki yukarı) benzeyen baryonu oluşturur. Anti kuarklar anti renklere sahiptir.

KRD, KUANTUM ELEKTRODİNAMİĞİ, (KED)'ne benzer şekilde adlandırılmıştır. KED'de sadece iki elektrik yükü vardır: Artı ve eksi. KRD'de ise üç tane renk yükü vardır: Kırmızı, mavi ve yeşil. Bu terminoloji, tek kararlı birleşimin "beyaz" –yani, üç ana rengin birleşimi– olduğunu belirtmek için kullanılmaktadır.

Aslında bu tablo da çok spesifiktir. Kuarklar sabit renklere veya çeşitlere sahip değildir; renk kuvveti ve zayıf çekirdek kuvveti sürekli dönüşmekte ve özelliklerini değiştirmektedir. Bir kuarkın hiçbir bireysel özelliği yoktur; o eşleriyle birlikte bir tür kuantum "dans"ına tamamen tutulmuştur; yalnızca ilişki içinde var olabilmektedir. Kuarklar ayrık olarak bulunmazlar ("kuark hapsi"). Çarpışmalarda, protonun veya nötronun partonlar diye adlandırılan parçalar içerdiği görülür; onların kuarklar olduğu düşünülmektedir. KRD'nin matematiği hemen dehşet verici bir görünüm kazanır.

KRD elektrozayıf teoremle (Bkz. ELEKTROZAYIF KUVVET) birlikte ele alındığında, sonuç, parçacık fiziğinin STANDART MODELİ olur.

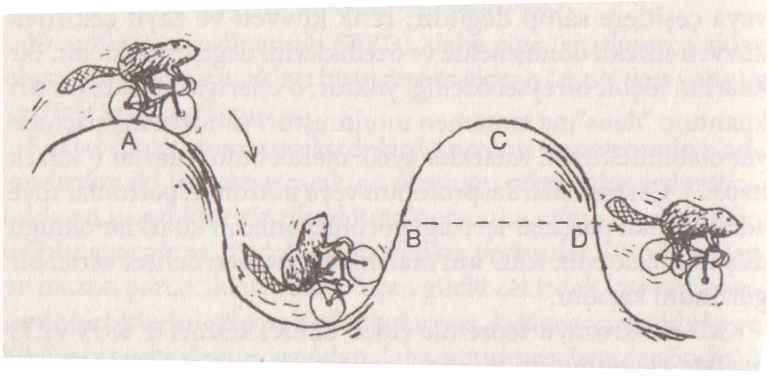
KUANTUM TÜNELLEMESİ

Klasik parçacıklar için yasaklanan bölgelerde kuantum "parçacıkları" nasıl yol alırlar? Enerji engellerinden sıçrayıp ve ötesine geçilmesinin mümkün olmadığı engellerden nasıl gizlice geçerler? Bunları yapmalarını sağlayan ortak yetileri tünelleme olarak bilinmektedir ve DALGA/PARÇACIK İKİLİĞİ ve HEİSENBERG

BELİRSİZLİK İLKESİ'nin çarpıcı bir sonucudur. Tünellemenin pek çok pratik uygulaması vardır.

Kuantum dünyasında, bir engelin bir tarafıyla sınırlı olması beklenen bir "parçacık" bazen engelin diğer tarafında da bulunabilmektedir, sanki köstebek misali tünel açıp da öte tarafa geçmiş gibi. Bu durumda engel, bir tür enerji sınırıdır ve tünelleme ihtimali engel büyüdükçe ve genişledikçe azalır.

Örneğin, bir elektronun bir dizi tepenin üzerinden minicik bir kuantum bisikletini sürdüğünü düşünün. A tepesinin üstünde başlayıp D noktasına pedal çevirmeden gitmek istiyor. Klasik olayların normal işleyişine göre, bisiklet A'dan yokuş aşağı iner ve sahip olduğu potansiyel enerjiyle sonraki tepenin yokuşunun yarı noktasına, B noktasına kadar tırmanır. B noktasından tepedeki C noktasına tırmanabilmek için pedal çevirmek zorundadır –yani sisteme daha fazla enerji pompalanmalıdır–. Ancak kuantum dünyasında, bisiklet C tepesi içinden tünel açarak doğrudan D noktasına ulaşır. Tepeyi hiç geçmeden Enerji engelinin bir tarafından girip öteki taraftan çıkar. Peki bu nasıl olmaktadır?



Tünellemenin fiilen nasıl işlediğine ilişkin olası iki sezgisel kuantum modeli vardır. Belirsizlik İlkesine dayanan model, zaman ve enerjinin "tamamlayıcı değişkenler" olduğunu hatırlamamızı ister. Bu demektir ki biri sabit kılındığında diğeri saçaklı veya belirsiz olmaktadır. Dolayısıyla, yolculuk boyunca geçecek zamanı kararlaştırmak suretiyle bisikletin üzerindeki elektronun enerjisini dalgalandırmak mümkündür. Belirsizlik

İlkesi basitçe enerjideki belirsizlik çarpı zamandaki belirsizliğin sabit kaldığını belirtmektedir. Dolayısıyla biri artarken diğeri azalmalıdır. Bu durumda, elektron enerji engelini aşmak için enerjisini yeterince arttırmak amacıyla mütekabil kısa bir zaman için yeterli miktarda enerjiyi ödünç alır.

Tünellemeyle ilgili diğer model elektronun bazen parçacık bazen de dalga gibi hareket etmesi yetisine dayanır. Bu senaryoda, elektron bir parçacık olarak enerji engeline kadar tırmanır ve engelin içinden "dalgalanmak" için yeterince uzun bir dalgaya dönüşür (dalgalar engellerin içinden dalgalanarak geçebilirler, örneğin ses dalgalarının duvarlardan geçmesi gibi) ve sonra yolculuğunu bir parçacık olarak tamamlar. Bu da kuantum dünyası içinde tamamen mümkündür.

Tünelleme etkileri doğada ortaktır. Kimyasal tepkimeleri, radyoaktif bozunmayı (bozuma uğrayan parçacıklar onları çekirdek içinde tutan çekimsel enerji engelinden tünelleme yoluyla geçerler) ve yıldızların enerji meydana getirdiği süreçleri kapsarlar. Teknolojik uygulamalar tünel diodu diye adlandırılan özel bir elektrik devresini, 100 milyon 8 kez büyütebilen tarayıcı tünelleme mikroskobunu, kuantum etkilerini büyüten bir süperiletken olan, Josephson bağlantısını ve tıptan jeolojiye kadar sayısız uygulamaları kapsar. (Bkz. SÜPERİLETKENLER)

KUANTUM VAKUMU

KUANTUM ALAN TEOREMİ'nde, evrende mevcut olan varlık dinamik enerji modelleri olarak ele alınır. Evrendeki enerjinin taban durumu, olası en düşük enerji seviyesi, kuantum vakumu olarak bilinir. Onun vakum diye adlandırılmasını nedeni, doğrudan algılanamaması veya ölçülememesidir; o "varlık"tan yoksundur. Vakumu doğrudan algılamaya kalkıştığımızda, bir "boşluk"la, özelliksiz olduğu için boş görünen bir zeminle karşılaşırız. Aslında vakum, evrendeki her şeyin her potansiyeliyle doludur. Parçacıkları görebiliriz, dalgaları da görebiliriz fakat bunların hiçbirinin birincil veya kalıcı olmadığını biliriz. Kauntum gerçekliği erişilmez bir dalga/parçacık ikiliğini kapsar ve dalgalarla parçacıklar birbirine dönüşebilir. Yüksek enerjilerde, bir parçacık bir başkasına dönüşebilir. Algılanan varlık düzeyinde, her şey bir çeşit geçiciliğe sahiptir.

Geçici gerçekliklerin bu kozmik dansını anlamlı kılmak için, fizikçiler onun ardında yatan şeyi anlamak zorundaydılar. Eğer parçacıklar ve dalgalar yalnızca tezahürler ise onlar neyin tezahürleridir? Bu soruya cevap aramak kuantum alan teoremini doğurmuştur. Bu teoreme göre, mevcut olan her şey, görüp ölçebildiğimiz tüm dalgalar ve parçacıklar, sözlük anlamıyla mevcutturlar veya fizikçilerin vakum diye adlandırdığı temel bir potansiyel denizinden "meydana gelirler". Dalgalar ve parçacıklar (ve insanlar!), tıpkı denizde kabaran dalgalar gibi, temel vakumdan "dalgalanırlar" ya da "meydana gelirler."

Fizikçileri vakuma benzer bir şey aramaya iten ilk güdü, izafiyet teoremine karşılık olarak ortaya çıkmıştı. (Bkz. ÖZEL İZAFİYET) Einstein, bir zamanların meşhur esirinin var olmadığını kanıtlamıştı. Evren jöleye benzer yapıda bir maddeyle dolu değildir. Bu durumda, ışık bir dalga olabildiği için o neyin üzerinde veya içinde dalgalanmaktadır? Parçacık fiziğinin sonraki keşifleri buna benzer bir soruyu gündeme getirmişti. Parçacıklar gelişigüzel bir şekilde ortaya çıkıp kayboldukları için, onlar neyden ortaya çıkmakta ve nereye gitmektedirler?

Parçacık fiziğinde yapılan deneyler, "hiçbir yerden" gelip yine oraya giden mevcut parçacıkların sanki onların üzerinde etkili olan bir şey varmış gibi, tahmin edilen yollardan az miktarda saptığını veya uzaklaştığını göstermişti. Kuantum alan teoreminin genişçe açımlanmış matematiksel çerçevesi, bu etkileri, her şeyi kuşatan, temel potansiyel alana, vakuma atfetmişti. Görünmeyen ve doğrudan ölçülemeyen vakum, varlığın yüzeyinde ince bir itim uygulamaktadır, tıpkı kendisine dalan varlıkları iten su gibi. (Kuantum alan teoreminde bu Casimir etkisi olarak bilinir.) Adeta yüzeydeki tüm varlıklar çabucak kaybolan gerçekliğin çok ince bir temeliyle sürekli etkileşim içindedirler. Bu temel gerçeklik, vakum, maddi, jöleye benzer esirin yerini almıştır. Evren vakumla "dolu" değildir. Doğrusu o, onun "üzerine yazılmış" veya ondan meydana çıkmaktadır.

Sık sık kıyaslandığı Budist Boşluk veya Sunyata kavramları gibi kuantum vakumu da "boş" değildir; potansiyelle doludur. Nitekim Budistler Boşlukla ilgili olarak şunları söylerler: "Onu varlık olarak adlandırmak yanlış olur çünkü sadece somut varlık

vardır" onu hiçlik olarak adlandırmak da aynı ölçüde yanlıştır. En iyisi tüm tanımlardan uzak durmaktır... O her şeyin temelidir.

KUARKLAR

Kuarkların, şimdi, daha önceleri "temel" diye düşünülen büyük atom altı parçacıkların en temel öğeleri olduğuna inanılmaktadır.

1960'ların başında parçacık hızlandırıcıları, yüzlerce kısa ömürlü "temel" parçacık üretti ve bunların da gerçekte daha temel bir öğeden oluştuğu fikri belirmeye başladı. Fizikçiler, önce, Mendeleyev'in periyodik cetvelinin kimyasal elementleri sınıflamasına benzer şekilde çok sayıda parçacığı sınıflamaya çalıştılar. Başarılı sınıflandırma, Amerikan Nobel'i şeref payesi sahibi Murray Gell-Mann ile İsrailli fizikçi Yuval Ne'eman tarafından 1960'larda hazırlandı ve ona, aydınlanmaya giden Budist yol anlamına gelen tılsımlı bir isim verildi: "Sekiz Katlı Yol."

1964'de, Gell-Mann ve George Zweig, daha sonra HADRONLAR (yani protonlar, nötronlar ve mezonlar) olarak tanınacak parçacıkların modellerinin, bazılarının üç kuarktan, diğerlerinin ise bir kuark-antikuark çiftinden oluştuğu ve sadece üç tür ("çeşit") kuark (yukarı, aşağı ve garip) olduğu kabul edildiği takdirde açıklanabileceğini gösterdiler. (Kuark kelimesinin kendisi tılsımlı bir şekilde James Joyce'un *Finnegans Wake* adlı eserinden gelmektedir.)[7] Parçacık hızlandırıcılarıyla yapılan sonraki deneyler tabloya sıkıcı bir hava veriyordu; ta ki yüksek enerji hızlandırıcıları yapılana kadar. Onlar, sadece orijinal üç kuarktan oluşmayan daha egzotik parçacıklar meydana getirdiler. Şimdi altı çeşit kuarkın var olduğu biliniyor: Yukarı, aşağı, garip, tılsımlı, üst ve alt. (Bkz. KUANTUM RENK DİNAMİĞİ) Bunların tüm kuarkları oluşturduğuna inanmak için nedenler vardır. Onlar LEPTONLARA (üç çiftten oluşan altı tane) benzerler. Her bir kuark çeşidi üç renge ve üç tane de antirenge sahip olabilir; böylece toplam 36 tane kuark bulunmaktadır.

---

7. Three quarks for Muster Mark!
Sure he has not got much of a bark
And sure any he has it's all beside the mark. (James Joyce'un "Finnegans Wake")

KUASARLAR

1960'larda keşfedilen kuasarlar, genelde bizden çok uzaklarda –10^{10} ışık yılı ötede– bulunan, küçük ama son derece ışıltılı nesnelerdir. Noktasal bir görüntüye sahip olsalar da tüm galaksimizin yaydığından bin kat fazla enerji yayarlar. Işımaları X-ışını, optik dalgalar veya radyo dalgaları olabilir. Kuasarlar faal galaksilerin parlak çekirdeği olabilirler; aksi halde onları görmemiz zor olurdu.

Bazı kuasarların parlaklığı bir iki saat içinde değiştiğinden, onların çapları birkaç ışık-saatinden daha az olsa gerektir yoksa koordinasyon mümkün olamazdı. Ve yoğun ışıma basıncı, kaynağı bir tarafa uçurmadığı için kütle çekiminin devasa olması gerekir. Bunu açıklamaya en uygun aday, belki güneşin kütlesinden 10^9 kat fazla kütleye sahip komşu yıldızlardan gelen gazın üzerinde biriktiği, süper yoğun bir kara deliktir. (Bkz. KARA DELİKLER.) Bu gaz kara deliğe yaklaşırken müthiş derecede hızlanır ve ısınır, böylece gözlemlenen ışımayı yapar. Kara delik, ışımasını üretmek için yılbaşına yaklaşık on yıldıza karşılık gelen gazı yutmak zorundadır.

Her nedense, evren şimdiki yaşının çeyreğinde iken kuasarlar çok daha yaygındı. O dönemde, kuasarlar diğer parlak galaksiler kadar yaygındı. Oysa şimdi onlar yüz ya da bin kat daha azdır. Yeni oluşmuş galaksilerin, daha çok kara deliğin çekirdeğinde yutulmaya elverişli yıldızlar arası gaza sahip olmaları muhtemeldir. Buna dair kozmolojik teorem eksiktir. Açık olan husus ise, bizim dingin gezegenimizle kıyaslandığında evrenin neredeyse tahayyül edilemez derecede müthiş işlemler içerdiğidir.

KURT DELİKLERİ

Bkz. ZAMANDA YOLCULUK.

KUSURSUZ KOZMOLOJİK İLKE

Kusursuz Kozmolojik İlke, evrenin, sadece her yerde (Bkz. KOZMOLOJİK İLKE) değil, aynı zamanda her zaman –geçmiş, şimdi ve gelecekte– aşağı yukarı aynı göründüğünü belirtir. Böyle bir görüş, muhtemel ilk yaratılış fikri hariç, kadim kültürlerin çoğunda ortaktır. O ayrıca Newton ve önceleri Einstein tarafından da savunulmuştu. Ancak Edwin Hubble'nin 1929'da

evrenin genişlediğini (Bkz. GENİŞLEYEN EVREN) keşfetmesi bu görüşü yalanladı. Hubble'nin keşfinden itibaren kozmologlar, görebildiğimiz tüm galaksilerin yaklaşık 10^{10} ile $20x10^9$ ışık yılı arasında bir zaman önce, bir başlangıç noktasından çıkarak birbirinden uzaklaştığını savunan BÜYÜK PATLAMA hipotezini desteklediler.

Kusursuz Kozmolojik İlkeyi koruma çabaları, Fred Böyle ve çalışma arkadaşlarının 1948'de durağan-durum hipotezini ileri sürmeleriyle gündeme gelmiştir. Bu hipoteze göre, görünen evrenin genişlemesi, sonraki uzaylarda sürekli yeni maddenin yaratılmasıyla telafi ediliyordu; böylece evrenin toplam madde yoğunluğu sabit kalıyordu. KOZMİK ARKAALAN RADYOSYONU'nun varlığına ilişkin gözlemsel kanıtın 1965'de keşfi ve ilk evrende yüksek oranda radyo galaksilerinin bulunduğu bilgisiyle birlikte çoğu astronom, durağan-durum hipotezini terk etti.

Evrenin evrim geçirdiği şimdi apaçık anlaşılmaktadır ama çetin ceviz durağan-durum kuramcıları onun, statik daha büyük bir modelin –örneğin, evrenlerin, bazı sabit özellikler sergileyen bir ardılı– sadece bir parçası olduğunu hâlâ savunmaktadır. (Bkz. PLANCK DÖNEMİ; HER ŞEYİN TEOREMLERİ.)

KİMYASAL ÇEŞİTLİLİK

Kimyasal elementlerin evrensel çeşitliliği, BÜYÜK PATLAMA teoreminin evren modelini destekleyen temel beş delilden bir tanesidir.

Her kimyasal element, karakteristik spektroskopik bir "imza"ya, element uyarıldığı zaman yaydığı ışığın dalga boylarının karmaşık modeline, sahiptir. Bu modeller, YILDIZLAR, gaz bulutları, kuasarlar ve diğer astronomik nesnelerden gelen ışıkta görülebilir. Onların göreceli parlaklığını kıyaslamak suretiyle bilim adamları, her çeşit nesnede veya bütün evrende her elementten ne kadar bulunduğunu tahmin edebilmektedirler.

Evren yaklaşık % 75 hidrojen (en hafif element) ve yaklaşık % 25 helyum (ikinci en hafif element) dur. Sadece % 1 ilâ 2 arasında bir oranını tüm diğer elementler oluşturmaktadır. Kuşkusuz, ağır elementlerin baskın olduğu dünyada oranlar farklıdır. Yerçekiminin, çoğunun uçup gittiği helyum veya hidrojen gazını

tutamadığı sanılmaktadır; her ne kadar çoğu hidrojen suda tutulmuş olsa da.

Elementler nasıl oluşmuştur? Standart fizik ve Büyük Patlama teoremi onlara iki gelişim safhası atfetmektedir. Hidrojen, helyum ve diğer hafif elementlerin izleri, Büyük Patlamada oluştu. Neredeyse tüm ağır elementler, yıldızların içindeki nükleer tepkimeler neticesinde daha sonra oluştular. SÜPERNOVALAR gibi daha yoğun yıldızlar sonunda patladılar; ağır elementlerinden bazılarını yıldızlar arası ortama saçtılar. Orada, ağır elementler sonraki yıldız nesillerini oluşturmak üzere birleştiler. Dünyamızın, hatta bedenlerimizin büyük bir bölümü bir zamanlar yıldız tozuydu.

Helyum sadece yıldızlarda bulunmayacak kadar çoktu. Ama Büyük Patlamadan sonraki ilk üç dakika içinde, hidrojenden şimdiki helyumun oluşması için sıcaklık ve yoğunluk uygundu. Evren yaklaşık bir saniye yaşında iken, hidrojen, önceki, çekirdek ve çekirdek altı parçacıklardan oluşan bir "çorba"dan 10^{10} K gibi bir sıcaklıkta kristalleşerek oluşmuştur.

Ağır elementlerin oluşması ise daha yavaş bir süreçte gerçekleşmiştir. İlk evrenin sıcaklığı ve yoğunluğu onları üretecek kadar uzun süreli olmadı fakat sıcaklığın milyonlarca K derecesini bulduğu bir yıldızın merkezindeki koşullar, ağır elementlerden nükleer "pişirme" yapmaya elverişlidir.

KİMYASAL ORGANİZASYON

19. yüzyılın başlarında, kimyager John Dalton, ilk kez kimyasal bileşiklerin atomlardan oluştuğunu öne sürdüğünde, uygun şekilde bir araya gelerek molekülleri oluşturan minik yapı taşlarının doğası hakkında kafasında bir fikir vardı. Bizim asrımızda, kuantum mekaniği, moleküller gerçekte atomlardan oluşurken, onların bir araya gelme biçimlerinin salt mekanik bağlanmadan çok daha ince olduğunu göstermiştir.

Bir atom, merkezi bir özden veya çekirdekten ve onu kuşatan bir dizi kabuğa yerleşmiş elektronlardan oluşmaktadır. Dış kabuğunu elektronların doldurduğu atomlar, helyum, neon ve argon gibi soy gazlar son derece kararlıdırlar ve normalde kimyasal tepkimelere girmezler. Dış kabuklarında fazladan elektrona sahip olan veya elektron açığı bulunan atomlar ise

kimyasal olarak aktiftir. Kararlı duruma geçmek için elektron ödünç almaya veya vermeye ya da ortaklaşa kullanmaya çalışırlar. Bu değiş tokuşun ya da ortaklığın sonucu kimyasal bir moleküldür.

Hidrojen (H) son derece aktif bir gazdır. Tek bir elektrona sahiptir ve bu elektronu başka bir atoma vermek veya onun yanına eş bir elektron daha almak suretiyle kararlı duruma geçmeye çalışır. Oksijen (O) gazı dış kabuğunda iki elektron açığına sahiptir. Hidrojen atomu çiftleri bir oksijen atomuyla takım kurarak elektronlarını onunla paylaşabilir; böylece ortaya kararlı bir molekül olan H_2O çıkar. Kuantum mekaniği açısından bakarsak, başta hidrojen atomunda yer alan elektronun dalga fonksiyonu, artık tüm molekül üzerinde dağılmıştır.

Doğada bulunan çoğu molekül hayli basit yapılara sahiptir zira normalde kimyasal kararlılığa ulaşmak için sadece az miktarda atomun bir araya gelmesi gerekmektedir. İstisnalar, uzun zincirler, halkalar ve diğer karmaşık yapılarla birbirine bağlanabilen karbon veya silikon içeren bileşiklerdir. Organik kimya, yapısında karbon bulunduran molekülleri inceleyen bilim dalıdır. Dünyadaki hayat, bu tür bileşiklere dayanmaktadır.

Hidrojen, nitrojen, oksijen, potasyum ve sülfür gibi diğer atomlar bir karbon omurgası üzerine yerleşebilirler. Sonuç, uyuşturucularda, boyalarda, patlayıcılarda, böcek ilaçlarında ve canlı sistemlerde rastlanan sonsuz çeşitlilikteki moleküllerdir. Genetik materyalimizi taşıyan DNA dahi çok büyük bir organik moleküldür.

Dış kabuğunun bileşiminde bir karbon bağı bulunduran silikon atomu da çok çeşitli karmaşık yapıda moleküller oluşturabilir. Bu, bazı kimyagerleri, silikon temelli hayat şekillerinin bazı uzak gezegenlerde evrimleşmiş olabileceği fikrine götürmüştür.

LAMARCKÇILIK

Bitkiler ve hayvanlar âlemindeki gelişmeler şans eseri mi gerçekleşmekte; yoksa onlar temeldeki bir hayat kuvvetinin veya DİRİMSELCİLİK'in kendi kendini yönlendiren tezahürleri midir? Şövalye Lamarck, bitkiler ve hayvanların çevrelerindeki değişikliklere uygun yollarla karşılık verdiklerine ve bu özelliklerini yavrularına aktardıklarına inanıyordu.

Lamarckçılık, mutasyonların rastlantısal olmadığını, değişen bir çevrede hayatta kalmak için mücadele eden bitki ve hayvanların gayretleri sonucunda oluştuğunu savunmaktadır. Bunun bir örneği zürafanın boynudur. Hayvanların ağaç yapraklarını yeme konusunda yarıştığı bir yerde, azıcık uzun bir boya sahip olmak kuşkusuz bariz bir avantajdır. Filler bunu hortumlarıyla başarırlar, zürafalar ise boyunlarıyla. Darwinci evrim, zürafanın boynunun, rastlantısal mutasyonların bulunduğu bir nüfusta, uzun boyun genlerinin doğal seçim sonucu uzadığını savunurken, Lamarck, zürafanın en yüksek dallardaki yaprakları yemek için sürekli çaba sarf ettiğine inanır. Sonuçta biraz daha uzun bir boyun geliştirmiş ve bunu sonraki nesillere aktarmıştır. Diğer bir örnek de develerin nasırlı dizleridir. Sürekli diz çökmek kalın bir diz bölgesinin oluşmasını sağlamış, bu da sonraki nesile kalıtsal olarak aktarılmıştır. Modern genetik bu ihtimale karşı çıkar; sonradan kazanılmış özelliklerin kalıtsal yoldan elde edilemeyeceğini savunur. Bir atlet çok hızlı koşmak için kendini eğitebilir ama hız için elde ettiği kaslı yapıyı çocuklarına kalıtsal yolla asla aktaramaz.

Lamarckçılık, biyolog Trofim Denisovich'in, yeni bitki ve hayvan melezleri geliştirmek için teoremin bozulmuş bir yorumunu kendi çabalarına uyarladığı Sovyetler Birliği döneminde desteklenmişti. Lysenko, bir hayvan veya bitkinin çevresiyle bir olduğu bütüncül bir teorem geliştirmişti. Bu yolla, hayvan veya bitkinin çevresel değişimleri "hissettiği" ve ona göre kendini ayarladığını düşünüyordu. Lysenko'nun deneyleri, bitki hibritleri, örneğin eğer, soğuk bir iklimde hayatta kalmayı "öğrenirlerse", bu kazanılmış özelliklerini yavrularına aktarabilecekleri varsayımına dayanıyordu.

Onun düşünceleri, zamanının Sovyet düşüncesine adamakıllı uyuyordu. Rusya geniş nüfusunu ayakta tutmak için, tarımda verimliliği genel anlamda geliştirme ihtiyacı içindeydi. Dahası, Lysenko'nun bütüncül yaklaşımı, bitkinin kendi mücadelesi sayesinde kendini geliştirmesi fikri, diyalektik materyalizmin ilkelerine tastamam uyuyordu. Ne var ki Lysenko'nun deneysel sonuçlarının hileli olduğu ortaya çıktı.

Sonuç, sadece bir biyoloğa değil, aynı zamanda onun araştırma programının dayandığı Lamarckçı sistemin tamamına karşı duyulan güvensizlikti.

LAZERLER

Bir lazer (uyarılmış ışınım yayımı ile ışığın yükseltilmesi) tek renkten oluşan yoğun bir ışık demeti üretir. Buna benzer bir olgu, bir lazerin kullanıldığı elektromanyetik ışımanın mikrodalga kısmında gerçekleşir.

Bir mumdan ya da ampulden gelen ışık, uyarılmış atomlar fotonlar yaymak yoluyla enerjilerini kaybettiği zaman üretilir. Atomlar ışımalarını düzensiz yaydıkları için, fotonlar aralarında çok az fark bulunan zamanlarda yayılır ve oluşan ışık dalgacıkları aynı evrede bulunmaz. Dahası atomlar farklı frekanslara sahip fotonlar yayar böylece oluşan ışık renklerin bir karışımıdır. Bu ışık aynalar ve lensler kullanılarak odaklandırılabilirken, ışık demeti asla sıkı değildir dolayısıyla, bir projektörden gelen ışık bile hemen dağılır. Oysa lazer ışığı eş evrelidir; hepsi aynı evrenin içindedir ve tek bir frekansa sahiptir. Lazer ışığı astronomik sayıda foton içeren tek bir kuantum durumuna sahiptir. Bu olguya izin verilmesinin nedeni, fotonların Bose-Einstein istatistiğine (Bkz. BOSE-EINSTEIN YOĞUNLAŞMASI) uymasıdır.

Yeterli zaman verildiğinde, izole edilmiş ve uyarılmış bir atom bir ya da daha fazla foton yayarak fazla enerjisini tüketir. Bu süreç elektromanyetik ışıma kullanılarak başlatılabilir. Bir atom, tamamen doğru frekansa (atomla uyumlu) sahip bir ışık demetinin etkisine açık tutulduğunda, o da bir foton yayar. Bir atom grubu kullanılırsa, her atom, diğerleriyle aynı evrede bulunan kendi fotonunu demete ekler. Sonuç, süreci başlatan orijinal ışık demetini güçlendirmek olacaktır. Devasa sayıdaki atomları, fotonlarını eşzamanlı yaymaları için uyarmak, kayda değer oranda yoğunluğa sahip eşevreli bir ışık demeti üretebilir ve onu, dağılmayan, son derece sıkı bir ışık demeti haline getirebilir.

Lazerler, saf kristaller gibi katılar, gazlar ve sıvı boyalar kullanılarak çok değişik yollarla elde edilebilir. Tüm lazerlerde, atomları daha yüksek enerji düzeylerine çıkmaları için uyarma yollarından birisi kullanılır. Bu, bir ilk ışıma (optik pompalama) demeti, kimyasal tepkimeler, elektrik akımları, ısıtma vb yollarla yapılabilir. Güç kaynağının küçük bir nükleer patlamanınkine denk olduğu Amerika'nın "Yıldız Savaşları" projesinin X-ışını lazerleri de vardır. (Yayılan ışıma normalde aynalar sayesinde lazere geri yansıtılır bu sayede foton demeti uyarılmış katı, sıvı

ya da gazın bir tarafından öbür tarafına geçerken, her defasında daha fazla atomu uyararak onların foton yaymasına neden olur. Sonuç fevkalade yoğun fakat kısa süreli bir demet olabilir.) Başka lazerler de eşevreli fakat düşük yoğunlukta, sürekli ışık demetleri üretir.

Lazerlerin bilimsel, tıbbi ve ticari kullanımları çok çeşitlidir. Lazerler şimdi CD çalarlardan barkot okuyan yazar kasalara kadar pek çok şeyde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tıpta, lazerler retinaları bitiştirmekte, kan damarlarını açmakta ve doğum izlerini yok etmektedir. Endüstride, onlar, en sert maddeyi bile yakarak çok ince delikler açmaktadır; ayrıca holograf üretiminde de kullanılmaktadır. Yerbilimcilerin gereçleri içindeki lazerler, bir ışık dalga boyunun bir kısmı içindeki uzun mesafeleri belirleyebilir.

Sıkı, eşevreli bir ışık demeti büyük mesafeler boyunca –Ay'a gidiş dönüş– çok küçük sapmayla iletilebilir. Lazer demetleri ayrıca şehirlerarası fiber optik kablolardan da iletilebilir. Bir iletişim kanalı boyunca taşınan bilgi miktarı frekansla doğru orantılı arttığı için, tek bir fiber optik kablo pek çok telefon görüşmesini, televizyon sinyalini ya da bilgisayar veri bağlantısını taşıyabilir. Laboratuarda, lazerler, canlı hücrelerde mikroskobik düzenlemeler yapmaktan kuantum teoreminin sınırlarındaki olguları keşfetmek için tekil atomların hareketlerini dondurmaya kadar pek çok şeyde kullanılmaktadır.

LEPTONLAR

Madde parçacıkları (FERMİYONLAR) ya leptonlardır ya da KUARKLAR'dır. Leptonlar deneylerde hafif ve noktasaldır. Kuarklar, kesirli elektrik yüküne sahiptir ve birleşerek proton ve nötron gibi daha ağır HADRONLARı oluştururlar.

Leptonlar iki çeşittir: Elektronlar ve NÖTRİNOLAR. Bunların her birinin kendi anti maddesi vardır. (Bkz. ANTİMADDE) Elektronların kütlesi vardır ama nötrinoların ya hiç kütlesi yoktur ya da çok az vardır. Bu kararlı yapıların her biri, ilave iki yüksek-enerji biçimleriyle eşleşerek toplam altı leptonu oluştururlar. –1 elektrik yüküne sahip sıradan elektronlara mu (muon) -elektronlar ve tau-elektronlar eşlik eder. 0 elektrik yüküne sahip sıradan nötrinolara ise mu-nötrinolar ve tau-nötrinolar eşlik

eder. Bunun niçin böyle olduğunu henüz hiç kimse anlamış değildir. Bizim nispeten soğuk evrenimizde ağır tau-elektronlar, hemen bozunarak hafif mau-elektronlara ve sıradan elektronlara dönüşür. Şimdiki koşullar altında toplam lepton sayısı sabittir ancak elektronlar ve nötrinolar zayıf çekirdek kuvveti vasıtasıyla birbirlerine dönüşebilmektedirler.

(Üç farklı nesliyle birlikte lepton ailesi üç nesilli kuark ailesine benzer fakat kırmızı, mavi ve yeşil renk yüklerinden dolayı kuarkların sayısı üçe katlanır.) Bu benzerlik, BÜYÜK BİRLEŞİK TEOREMLER'inin cazibelerinden biridir. Söz konusu teoremlere göre leptonlar ve kuarklar, son derece yüksek enerjilerde aynı parçacığın değişik biçimleri olarak görülebilir.

LİNEER OLMAMA

Bilim adamlarının kullandıkları basitleştirilmiş modellere karşı, doğayı büyük oranda tarif eden denklemlere lineer olmayan denklemler denir. Onlarla ilintili çözümler yelpazesi oldukça zengindir; aşırı kararlı davranıştan istisnai duyarlılık, ani sıçrayışlar, çatallanmalar, kaos (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON) ve tekrarlayan çevrimlere kadar. Söz konusu denklemler matematikçilerin karşısına öylesine ciddi zorluklar çıkarır ki çoğu durumda onların kesin çözümleri elde edilemez. Yapılacak en iyi şey, farklı çözüm tipleri hakkında genel düşünceler oluşturmak veya yakın çözümlere ulaşmak için yüksek hızlı bilgisayarlar kullanmaktır.

Yüksek hızlı bilgisayarlar ve modern matematik metotları 20. yüzyılın ikinci yarısına kadar ortada yoktu ve daha önceki 200 yılda bilim adamları, sadece varlığın nazik ve yavaşça değiştiği doğa alanlarına düz nehirler, DENGE'ye yakın sistemler, minik enerji akımları vb bakarak, genellikle bu zengin fakat kolay kontrol edilemeyen ve lineer olmayan davranışı göz ardı etmişlerdir. Bu alanların dışında garip yeni davranış biçimlerinin olabileceği biliniyor idiyse de bunun bilimsel kavrayış için önemsiz olduğu genelde kabul edilmiş ve tüm lineer olmayan olgular bir kenara atılmıştı.

Lineer sistemler, tahmin edilen yollarla yavaş yavaş değişen varlıkla nitelendirilen sistemlerdir. Bir çözümü bilmek diğerini ortaya çıkarmayı kolaylaştırır. Tahminler bir davranış biçimin-

den diğer davranış biçimine doğru düz ilerler. Küçük bir etki küçük bir sonuç doğurur ve etkinin büyüklüğünü ikiye katlamak sonucun da ikiye katlanmasına yol açar. Lineer sistemler, sakindir ve analiz, tahmin ile kontrol açıktır. Lineer sistemler, ilkeli, güvenilir, tahmin edilebilir ve şoka uğramayan 19. yüzyıl toplumunun, doğa ve insani kaynakların sömürüsü ve idaresi ile ebedi bir ilerlemenin gerçekleşeceğine inanan bir toplumun düşlerini tamamlıyordu.

Ancak 20. yüzyılın ikinci yarısında modern teknikler bilim adamlarının lineerliğin dışındaki alanlara çıkma cesaretini göstermelerini sağlamıştır. Bu teknikler bir alanda küçük bir etkinin davranışta küçük bir değişime neden olduğu sistemleri, başka bir alanda ise küçük bir değişimin kökten yeni bir davranışa, tekrarlı salınımlara ve hatta kaosa yol açabileceği sistemleri öğrendiler. KELEBEK ETKİSİ bu tür sistemlerin aşırı duyarlılığını ifade eder. Sistemin kökten farklı iki davranış biçimi arasında tercih yapmak zorunda kaldığı ara yollarda, çatallanma noktaları keşfedildi.

Lineer olmayan sistemler, tepeler, ovalar, dağ zirveleri ve geçitler, hızla akan çaylar ve su çayırlarından oluşan zengin birer manzara olarak düşünülebilirler. Manzaranın kimi bölgelerinde sistem, tahmin edilebilir ve kontrol edilebilir iken, diğer bölgelerde, değişim ve dış etkiye karşı direnç gösterir ve daha başka bölgelerde ise, tuhaf kaotik dalgalanmalar sergiler.

Lineer olmama, çok çeşitli doğal, sosyal ve ekonomik sistemlerin ayırt edici bir özelliğidir. Lineer olmama konusunda yapılan çalışmalar fizik, kimya ve biyolojiyi dönüştürmekle kalmayıp aynı zamanda sosyal bilimler ve siyasette gedik açmaktadır. Eğer üzerinde çalıştıkları sistemler kullanılan modellerden sonsuz kat daha zengin ve karmaşık ise politikacılar ne yapacaktır? Veya sistemler, herhangi bir müdahalenin onları kökten farklı bir davranışa iteceği derecede hassas ise durum ne olacaktır? Şayet, fiyatlardaki ani düşüşün, dış etkilerin bir sonucu değil de lineer olmayan bir borsanın yapısal bir özelliği olduğu anlaşılması durumunda borsa kararları nasıl alınacaktır?

Belirli modeller FELAKET TEOREMİ, FAZ GEÇİŞLERİ, KARMAŞIKLIK ve kaos içinde ortaya koyulmuştur. Bazı teorisyenler, evrensel, tahmin edilebilir yasaların gün yüzüne çıkacağını ümit ederken, diğerleri daha karamsardır.

MANDELBROT KÜMESİ

Mandelbrot kümesi evrendeki en karmaşık matematiksel nesne olarak tanımlanmıştır. Bir bilgisayar ekranında gösterildiğinde sonsuz bir FRAKTALLAR dünyası açılmaktadır. Benoit Mendelbrot'un 1980'de onu keşfetmesinin ardından matematikçiler, aynı sonsuz karmaşıklık özelliğine sahip başka kümeler buldular.

Mandelbrot kümesi, belirli bir özelliğe sahip bir düzlemdeki noktaların oluşturduğu bir kümedir. Her nokta, bir normal sayılar çiftine –noktanın 0 noktasına iki eksen (onları kuzey ve güney diye adlandırıyoruz) boyunca uzaklığı– karşılık gelir. Matematikçiler, bu normal iki sayıyı bir "karmaşık sayı" olarak tanımlamaktadırlar. Onların kendilerine özgü aritmetik ilkeleri vardır. Her c noktası, herhangi bir z noktasından kalkıp z^2+c noktasına varan bir işleme karşılık gelir. Mandelbrot, 0 noktasından başlayarak bu işlemi defalarca tekrarladığımızda ne olacağını merak etmişti. (Bkz. TEKRARLAMA.) O, eğer z sonunda sonsuza giderse ki c büyük olursa bu kaçınılmazdır, o zaman c'nin Mandelbrot kümesinde yer almayacağını şart koşmuştu. Ama z hep sıfıra yakın kalırsa o zaman c kümede yer alacaktı.

Bu basit ilke son derece karmaşık bir c noktaları kümesini doğurmaktadır. Bilgisayar çalıştığında, Mandelbrot kümesi ekranda siğilli bir damla gibi büyümektedir. Eğlence şimdi başlıyor. Mandelbrot kümesinin "içine uçmak" ve onun zenginliğini keşfetmek mümkündür. Herhangi bir "tomurcuğun" üzerine zum yapın, onun sonsuz sayıda tomurcuk, Jonathan Swift'in şiirindeki düşünceyi hatırlatan bir öz-benzerlik içerdiğini göreceksiniz:

Derken, doğacılar, bir pire görürler,
Onun üzerinde de ava çıkmış küçük kinci pireler;
Ve bunların üzerinde de onları ısırmak isteyen daha küçük pireler,
Ve böylece sonsuza kadar gider bu.

Kümenin başka bir bölgesine zum yapıldığında, "inci" dizili zarif iplikler görünür. Ayrıntılar yüz binlerce kez büyütüldüğünde iplikler yeni ayrıntılar göstermektedir. "İçe zumlamak" ya da büyütmek işlemi sonsuza kadar (bilgisayarlar bu ayrıntıları milyarlarca kez büyütebilmektedir) devam edebildiği için,

Mandelbrot kümesi sonsuz karmaşıktır. Bazı alanlarında sonsuz derecede öz-benzerlik özelliği gösterirken, başka alanlarında yeni şekiller ve yapılar ortaya çıkmaktadır.

Bunlar "çatlak dalga", "düğümler" ve "adalar" olarak bilinmektedir.

Gerçekten dikkat çekici olan husus, Mandelbrot kümesinin ve diğer fraktalların soyut karmaşıklığının kaos, türbülans, aralıklılık ve diğer lineer olmayan sistemlerin işleyişiyle derinden bağlantılı oluşudur. Hepsi tekrarlı işlemlere dayanmaktadır. Bizler şimdi ağaçların, bulutların, kıyı şeritlerinin ve türbülanslı derelerin şekillerini, bayağı düz çizgiler olarak değil de kendilerine özgü karmaşık yapıya ve güzelliğe sahip şekiller olarak görebiliyoruz.

MEDİTASYON

Meditasyon hali uyanık bir dinlenme halidir. Önceden tasarlanmış bir uygulamanın sonucunda meditasyon, hem bilinç durumları hem de fizyolojik işlemler üzerinde ölçülebilir etkiler yapabilmekte ve böylece, sırf kendi amacına hizmet eden bir olgu olmanın yanında deneysel bir araştırma alanı olmaktadır. Meditasyon uygulamasının bazı biçimleri, yoga ve Budist meditasyon gibi, pek çok kültürün tarihinde ortaktır; özellikle Doğu kültürlerinin. Batılı bilim adamları bu uygulamaların sağlık ve konsantrasyonla bağlantısı dolayısıyla onlarla 1970'lerden itibaren ilgilenmeye başlamışlardır.

Tipik bir meditasyon, kişinin sakin bir yerde en azından yirmi dakika rahat bir şekilde oturmasını gerekli görür. Rahatsızlık konsantrasyonu bozar. Öte yandan, yatmak meditasyon yapanı uykuya sevk edecek derecede rahatlık verebilir. Rahat ettikten sonra, meditasyon yapan kişi, ilgisini basit bir nesneye, örneğin tekrarlanan bir sese, bir mum alevine, bir diyagrama ya da nefes alış verişe yavaşça yönlendirmelidir. Bu türden dikkat rasyonel benliği içermediği için, zihnin bu kısmı daha az aktiftir (genelde daha hassas ve bilinçli bir deneyim için dikkati serbest bırakmaya çalışır.) Meditasyon yapan kimse, dikkatini dağıtan bir şeyin farkına vardığında, örneğin bir düşünce silsilesi içinde kaybolduğunda yavaşça dikkatini meditasyon nesnesine tekrar çevirir.

Meditasyon başarılı olursa, sempatik sinir sisteminin "kavga ya da kaçış" tepkilerini ortadan kaldırır. Yüksek kan basıncı, nabız, nefes alışveriş hızı, metabolizmanın hızı ve deriden elektrik iletimi tüm bunlar yok olur. Bu yüzden meditasyon etkili bir rahatlama tekniğidir ve kalp hastalıkları durumunda bazen tavsiye edilir. Ayrıca, meditasyon esnasında beyne kan akışı hızlanır ve EEG çalışmaları o esnada beyin dalgalarının daha fazla eşevreli olduğunu göstermiştir. (Bkz. EŞEVRELİLİK) Uyanıklılık korunur ve farkındalık kapasitesi artar. "Meşgul zihin" sakinleşir ve sonra konsantrasyon bunun faydasını görür.

Meditasyon hallerine benzer hallere, genelde, ilahiler söylemek, yavaş koşmak, güneş banyosu yapmak, koyun saymak veya tekrarlı hipnotik telkin gibi uygulamalar yol açmaktadır. Tüm bu hallerde stres azalır, rasyonel zihin yatışır ve uygulayıcılar öneriye daha açık hale gelirler, ayrıca normalde bilinçdışı olan unsurlara yakınlık kazanırlar. Dingin meditasyon hali bu nedenle hipnoza, grup telkinine, psikoterapiye (Bkz. PSİKODİNAMİK ve PSİKOTERAPİ) ya da terapi veya yaratıcı amaçlar güden kendi başına keşfe ilaveten kullanılabilir.

MEZONLAR

Mezon, yani, baryonlar –protonlar ve nötronlar gibi çekirdeğin içindeki parçacıklar– ile onlardan çok daha hafif LEPTONLAR arasında bir kütleye sahip olan bozon (Bkz. BOZONLAR), çekirdeği bir arada tutan kuvvetleri açıklamanın bir yolu olarak ileri sürülmüştü ilk başta. Geçen yüzyılın başlarında fizikçiler yalnızca iki doğa kuvveti biliyorlardı: Kütle çekimi ve elektromanyetizma. Atomu bir arada tutan unsur, artı yüklü çekirdekle yörüngede dolanan elektronlar arasındaki elektromanyetik çekimdi. Fakat çekirdek, sadece artı yüklü protonlar ve yüksüz nötronlardan oluşuyorduysa niçin kararlı bir haldeydi? Açıkçası, artı yüklü protonların birbirlerini doğal olarak itmelerinin üstesinden gelmek ve çekirdeği bir arada tutmak için yeni bir çekim kuvvetine ihtiyaç vardı.

KUANTUM ELEKTRODİNAMİĞİ'nde, fizikçiler, bir elektron ile bir proton arasındaki çekim kuvvetini veya iki elektron arasındaki itim kuvvetini, fotonların –bir elektromanyetik kuvvetin nicelleşmiş birimleri– değiş tokuşu ile açıklarlar. Tıpkı iki futbolcunun

gole koşarlarken topu ileri ve geri fırlatmaları gibi, elektronlar ve protonlar da sürekli foton değiş tokuşu yaparlar. Her bir değiş tokuş elektromanyetik alandan momentumun geçici olarak ödünç alınıp tekrar iade edilmesini içerir. Sonuç, yüklü parçacıkların bir çekim ya da itim kuvveti hissetmeleridir. 1935'de Japon fizikçi Hideki Yukawa, buna benzer bir şeyin, güçlü bir çekim kuvveti yaratmak için çekirdekte protonlar ile nötronlar arasında gerçekleştiğini öne sürdü. Elektromanyetizmada fotonlar sıfır kütleye sahiptir. Bunun anlamı, elektrik ve manyetik kuvvetler uzun erimlidir. Öte yandan güçlü çekirdek kuvveti çok kısa erimlidir ve çekirdeğin dışına çıkmaz. Bu, Yukawa'yı, ileri sürdüğü kuvvet parçacığının kütlesinin elektronunkinden 200 kat daha büyük olması gerektiği tahminine ulaştırdı. Pi-mezon ya da pion diye adlandırılan bu parçacık ancak 1947'de saptanabildi. Ondan sonra pek çok mezon daha keşfedildi.

Fizikçiler, şimdi, nasıl ki çekirdek mezon kuvvetleri tarafından bir arada tutulan nötronlar ve protonlardan oluşuyorsa, nötronlar ve protonların da gluon parçacıkları tarafından bir arada tutulan daha küçük temel parçacıklar olan KUARKLAR'ın üçlü takımlarından oluştuğuna inanmaktadırlar. Mezonlar sonuçta kuark ile antikuark çiftlerinin birleşimleridir. (Bkz. KUANTUM RENK DİNAMİĞİ; STANDART MODEL)

MUTLAK SIFIR

Tüm moleküler hareketlerin mutlak bir durgunluğa eriştiği, evrende olası en küçük bir sıcaklık var mıdır?

Bir balonu ısıtın, şişmeye başlar. Onu buzdolabına koyduğunuzda büzüşür. Bir gazın sıcaklığı arttığında molekülleri giderek daha hızlı hareket eder. Bu, gazın hacmini artırır veya sabit bir hacimle sınırlıysa uyguladığı basıncı yükseltir. Artan moleküler hareket aynı zamanda ENTROPİ'de bir artış anlamına gelir. Bir gaz için, moleküllerin artık hareket etmediği ve entropinin sıfıra düştüğü olası en küçük bir sıcaklık var mıdır?

Gerçek bir gaz, bu sıcaklığa ulaşılmadan önce sıvı veya gaz haline geçer. Bu nedenle bilim adamları, "ideal gaz"ı, moleküllerinin içyapıya veya karşılıklı çekim kuvvetine sahip olmadığı, asla sıvılaşmayan gaz diye tanımlarlar. Teorem -273°C de hacmin sıfıra indiğini belirtmektedir. Dolayısıyla mutlak sıfırın evren-

deki olası en küçük sıcaklık olduğu düşünülmektedir. Mutlak sıfırda tüm moleküler hareket durur ve ideal bir gazın entropisi sıfıra iner. (Bkz. İSTATİKSEL MEKANİK)

Diğer termodinamik işlemler de sıcaklığı ölçer. (Bkz. TERMODİNAMİK) Bir demir parçasını ısıttığınızda, sönük kırmızı rengi almaya başlar. Sıcaklığı artırdığınızda, turuncuya döner. Yaydığı ışığın rengi onun sıcaklığının bir göstergesidir: Sıcaklık ne kadar yüksek olursa, ışığın dalga boyu o kadar kısalır ve ışığın frekansı o kadar artar.

Demir soğuduğunda rengi solar, ta ki görünür ışıktan daha küçük frekansta kızılötesi bir ışık yayana değin. Kızılötesinin altında, her birinin belirli bir sıcaklıkla ilişkili olduğu başka elektromanyetik ışıma türleri vardır. Mikrodalga ışıma, milimetrelerle ölçülen bir dalga boyuna sahiptir; radyo dalgaları metrelerce uzunlukta olabilir ve düşük bir ışıma sıcaklığına sahiptir. Işığın dalga boyu sonsuz olduğunda ve frekansı ile enerjisi sıfıra düştüğünde ne olur? Cevap yine mutlak sıfırdır.

Sıcaklık göstergesi olan diğer çeşitli olguların tümü, mutlak sıfırın olası en küçük sıcaklık olduğu gerçeğiyle uyuşur. Bu yeni bir ölçüyü, termodinamik ölçüyü öne çıkarır. Bu ölçüde sıcaklık Kelvin (K) derecesiyle ölçülür. Mutlak sıfır başlangıç noktası, yani 0 K'dir; bu da -273°C ye karşılık gelir. Sıvı helyum 4 K' de kaynar, buz 273 K de erir ve su 373 K de kaynar. Artan sıcaklık entropide de artış anlamına geldiği için, Kelvin veya termodinamik sıcaklık ölçüsü entropi ölçüsü olarak da ele alınabilir.

Derin uzayın en uzak bölgelerinde, yıldızların da ötesinde sıcaklığın mutlak sıfıra yakın olması gerekir. Ama gerçekte ondan yüksektir: 3 K. Evrenin yaratılışından kalan ışıma hâlâ mevcuttur. Genişleyen bir evren uzayının genleştirmesiyle o, 3 K sıcaklığına düşmüştür.

Mutlak sıfıra ulaşmak çok zordur; her ne kadar modern teknoloji bir derecenin milyonda birine ulaşmış olsa da. (Benzeri nedenlerden dolayı kimse bir banyodan mutlak temiz bir halde çıkamaz.) Buna Termodinamiğin Üçüncü Yasası denilmektedir.

MİKRODALGA ARKAALANDA BURUŞUKLUKLAR

KOZMİK ARKAALAN RADYASYONU 300.000 yıl önce hayata başlayan evrenin bir enstantanesini sunar. O noktada tarih

öncesi "çorba" ışımayı geçirme özelliği kazanmıştır. Neredeyse mükemmel ölçüde izotropikti, yani her yönden aynı görünüyordu. O dönemde başlangıçtaki gaz zaten küçük yoğunlaşmalar oluşturmaya başlamıştı, daha sonra onlar galaksiler, galaksi kümeleri ve süper galaksi kümeleri olacaktı.

1970'lerde, Amerika'da George Smoot ve çalışma arkadaşları mikrodalga arka alandaki belirsiz düzensizlikleri ölçmeye koyuldular. Bunu yapmak için, dağların üzerine veya balonlar, uçaklar veya uydulara yerleştirilmek suretiyle dünyanın atmosferinin üstüne çıkarılabilecek yeni ve hassas araçlar icat etmek zorunda kaldılar. Zira dünyanın atmosferi mikrodalga gürültü yayar.

1977'de, Smoot'un takımı beklenmedik bir keşif yaptı. Arkalan radyasyonu ufak bir Doppler kayması –bizden uzaklaşan bir şeyden kaynaklanan dalgaboyu kısalması– gösterdi. Bu ufak kayma kozmik dikiz kutup diye bilinir. Galaksimiz ve komşu galaksilerin saniyede yaklaşık 400 mil hızla Aslan takımyıldızı yönünde ilerlediği bulundu. Bu ancak tüm galaksi grubu üzerinde bir kütle çekimi kuvveti uygulayan çok büyük ve yoğun bir kütlenin varlığıyla açıklanabilirdi. Evrenimizdeki madde dağılımı gözlemleyebileceğimiz büyük ölçeklerde topak topaktır ve bizi Aslan burcuna doğru çeken özel yoğun yapı BÜYÜK ÇEKEN diye adlandırılmıştır. (Bkz. KOZMOLOJİK İLKE) 1989'da, teknolojide onca gelişmeden sonra, Kozmik Arkaalan Kaşifi (COBE) diye adlandırılan bir uydu roketle fırlatıldı. 1992'de bir modelin sunulmasına yetecek kadar veri toplandı. Mikrodalga arka alanın yoğunluğunda 100.000'de 1 oranında küçük düzensizlikler ("buruşukluklar") vardır. Bu buruşukluklar küçük veya büyük tüm uzamsal büyüklüklerdedir ve büyüklüklerin dağılımı ŞİŞME TEOREMİ (BÜYÜK PATLAMA'nın bir versiyonu) ile tahmin edilmiştir.

Arkaalan radyasyonundaki buruşuklukların kanıtlanan varlığı evrenin muhtevası hakkında başka bir ipucu verdi. Evren daha 300.000 yıl yaşında iken mevcut olan yüksek enerjili radyasyon, görünür maddenin kümeleşmesine engel olacağı için baştaki topaklığın KARANLIK MADDE içermesi gerektiği sonucuna varıldı. Radyasyondan etkilenmeyen bu karanlık madde zaten hafifçe topak şeklini almıştı. Smoot bunu bir metaforla şöyle açıklar; görünmeyen bir örümcek ağının üzerindeki çiy dam-

laları gibi, görünür madde de karanlık maddenin etrafında kümelenmiştir. Bu da radyasyonda gözlemlenen buruşukluklara yol açmıştır.

Smoot'un "zamanda buruşukluklar"ının saptanması Büyük Patlama teoreminin beş ana kanıtının birini oluşturmaktadır. O galaksilerin ve hatta daha büyük yapıların oluşma zamanlarını açıklar ve şişme teoremiyle bir çeşit karanlık maddenin varlığını savunur.

NANOBİYOLOJİ

Nanobiyoloji, biyolojinin, hücrelerden daha küçük şeylerin davranışı ve yapısı ile hücre altı yapı ve işlevle ilgilenen, bir koludur. Yunanca bir ön ek olan nano, "milyarda bir" anlamına gelir. Nitekim nanobiyologlar, şeyleri nanometre ve nanosaniye gibi uzay-zaman ölçüleriyle ölçerler. Bu nispeten çok sayıda hücresel unsurları içerir; nöron sinapslan ve mikro tüpleri, ayrıca DNA spiralleri ve tekil moleküller gibi.

Nanobiyoloji, 20. yüzyılın ikinci yarısında teknolojideki gelişmelerin doğurduğu imkânla ortaya çıkan, biyolojinin yeni bir alanıdır. Elektron mikroskobuyla bir atom kadar ufak şeyleri görebiliyor, onları ortaya çıkarıp amip ve terliksi hayvan gibi tek hücreli canlıların koordinasyonlu davranışını inceleyebiliyoruz. Bu çeşit canlıların sinir sistemi yoktur ama elektron mikroskobu, birbirlerine bağlı, mikro tüpler veya hücre iskeleti diye bilinen çok sayıda minicik tüpün oluşturduğu içsel bir yapıyı ortaya çıkarmıştır. Şimdi, bunların mini bir sinir sistemi gibi uyarımları taşıdığına inanılmaktadır. Bazı bilim adamları, mikro tüplerin insanın bilincinin oluşmasında bir rol oynamış olabileceklerini dahi ileri sürmektedirler. (Bkz. ZİHİNLE İLGİLİ KUANTUM TEOREMLERİ)

Mikro pipet diye bilinen çok hassas cam tüplerin ve parça sıkıştırma (patch clamping) tekniğinin geliştirilmesiyle birlikte, nanobiyologlar, artık tek tek sinir sinapslarını, sinir hücrelerinin birleştiği sinaptik düğümleri inceleyebilmektedirler. Sinapslar, kimyasal nörotransmitterlerin ve ayrıca sinir sistemini etkileyen çoğu kimyasal maddenin eylem alanıdır. Öğrenme ve hafızanın, sinapsların değişim geçirmesiyle bağlantılı olduğu düşünülmektedir; bu sayede bazı sinir yolları güçlenmekte veya

engellenmektedir. Parça sıkıştırma tekniğiyle, tek bir sinaps, araştırma için mikro pipete çekilebilmektedir.

NEDENSELLİK

Doğa sürekli bir akış ve dönüşüm hali içindedir. Hiçbir şey sabit kalmaz. Hiçbir şey, yokluktan kendi kendine ortaya çıkmadığı gibi, şeyler de hiçbir iz bırakmadan yokluğa karışmazlar. Belli şeyler belli şeyleri model ya da ilişki bazında izler. Güneş ışığı ve yağmur ekinlerin olgunlaşmasını sağlar; bir burnun kapıya çarpması burunda acıya yol açar. Biz bu ilişkileri neden sonuç diye tanımlarız.

Bir olay ya da sürecin nedenini sormak, onun açıklamasını sormaktır. Gündelik hayatta, başkaları şaşırtıcı veya sıra dışı bir davranış sergilediğinde, onun nedeninin araştırırız hep. Sonuçların nedenlere sahip olduğu düşüncesi sağduyunun, bilimin ve teknolojinin temel dayanağıdır. Immanuel Kant, nedenselliği insanın akıl yürütmesinin temel kategorilerinden biri olarak tanımlamıştır. Onsuz bir dünya tasavvur edemeyiz.

Eski Yunanlılar değişime çeşitli sebepler atfetmişlerdi. Bazıları, onun, varlığın yapısını oluşturan temel tözdeki –toprak, hava, su vb– değişimlerden kaynaklandığına inanıyordu. Empedokles, sevgi ve çatışmanın her değişimin sebebi olduğunu düşünüyordu. Platon açıklamayı bir şeyin formunda aradı. Aristo, kendinden önce gelenlerin düşüncelerini bir araya getirerek nispeten en eksiksiz işleyen teoreme ulaştı. O herhangi bir süreç için dört çeşit nedensel açıklama getiriyordu: Maddi, içeriksel, biçimsel, etkileyici ve ereksel. Onun meşhur heykel oyma örneğinde, oyularak heykel yapılan mermer maddi-içeriksel nedeni temsil ederken, onun aldığı şekil biçimsel neden, onu yapan fail olarak heykeltıraş etkileyici neden ve heykeltıraşın vizyonu ya da niyeti de ereksel nedendi.

Günlük hayattan alınma bir örneğe bakarak Aristo'nun dört kısımdan oluşan şemasının zenginliğini anlayabiliriz: Kart ya da satranç oyunu. Bu tür bir oyunun seyrini hangi nedensel faktörler belirler? Kullanılan kartlar ya da seçilen satranç oyuncuları oyunun hammaddesidir: Aristo'nun maddi-içeriksel nedenine benzer şekilde. Oyunun kuralları olası tüm hamlelerin dallara ayrılmış şemasını belirler; bunlar da biçimsel nedendir. Genelde

oyuncunun bir tercihi olur; onun fiili hamlesi sonraki pozisyonun etkileyici nedenidir. Her oyuncu kendi amaç ve stratejilerini ve rakiplerinin olası amaç ve stratejilerini hesaba katar. Bu da ereksel nedendir. Matematiksel oyun teoremi, benzer şekilde, tanımlanmış bir etkinlik içinde zeki oyunculara açık stratejileri analiz eder. O, aynı zamanda her oyuncunun bir avantaj kazanmaya çalıştığı ekonomi ve sosyal psikolojide de bir model olarak kullanılmaktadır.

Nedensellik Newton mekaniğinde ve genelde klasik fizikte önemli bir rol oynar ama onun kavranış şekli, Aristocu düşünme biçimiyle kıyaslandığında daha zayıf kalmaktadır. Newton fiziğinde failler veya zeki oyuncular yoktur, fiziksel dünyanın işleyişinde aktif bir rol oynayan amaçlara ve niyetlere sahip bilinçli varlıklar da. Bu yüzden orada etkileyici ve ereksel neden olamaz (inançlı bir Hıristiyan olan Newton'a göre, insani ve ruhsal âlemlerde etkin ve nihai sonuçlara yol açacak varlıklar vardı; ancak bunlar onun fiziğinde bir rol oynamıyorlardı.).

Newtoncu şema sadece maddi ve biçimsel nedenlere –bir fiziksel sistemin (kütle, konum, momentum ya da enerji vb) şimdiki durumunu ve sistemin davranışını belirleyen yasalar– yer veriyordu. Eğer bu ikisi ve sistem üzerinde etkili olan kuvvetleri biliyorsak, sistemin gelecekteki olası durumlarını her zaman tahmin edebiliriz; onlar belirlenmiştir. (Bkz. DETERMİNİZM) Dolayısıyla klasik fizikte neden ve sonuç, oyuncuların strateji seçme şansına sahip olmadıkları, sadece sonraki kart neyse onu oynamak zorunda oldukları, çocukların oynadıkları çok basit kart oyunlarına biraz benzemektedir. Yunanlıların –Yazgılar ve Tyche– şansın iyiliği kavramlarına sahip olduğu eski fizikte, ilginç kart oyunlarında olduğu gibi, belirlenmezlik vardı. Belirlenmezlik KUANTUM FİZİĞİ'nde tekrar ortaya çıkmıştır.

Klasik fiziğin doğuşu sırasında, filozofların kafası, onun ne türden bir nedenselliğe izin verdiği hususunda karışıktı. Bu, başlangıçta mekaniğini sanki bir sistem üzerinde etkin olan kuvvetler etkileyici nedenlermiş gibi tasarlayan Newton'un yanlış anlaşılmasından kaynaklanıyordu. Bir parçacık, dışarından bir kuvvet onu itmediği veya çekmediği sürece aynı hızla yoluna devam edecekti (Eylemsizlik Yasası). Kuvvetler, Aristo'nun hey-

keltıraşı ya da satranç oyuncularının yaptığına benzer şekilde, bir değişime neden oluyor gibi görünmektedir. Fakat onların tümü üzerinde etkili olan çok sayıda parçacıktan oluşan bir sistem söz konusu olduğunda, bu analiz geçerliliğini yitirmektedir. 18.yüzyılın büyük matematikçisi Joseph-Louis Lagrange'nin formüle ettiği "en küçük eylem ilkesi"ne göre, parçacıkları, alanları veya bizim şimdi bildiğimiz izafiyet de dahil olmak üzere herhangi dinamik bir sistemdeki olaylar dizisi, o dizi hangi belirli matematiksel niceliği –"eylem"i– alırsa alsın, muhtemel en küçük değere sahip olacaktır. Parçacıklar üzerinde etkili olan her kuvvet tüm dinamik sistemin bir parçasıdır; dışarıdan onun üzerinde etki yapan bir şey değildir. Böylece kuvvetler, sisteme uygulanan Lagrange'ın biçimsel yasası içinde yutulur ve kuvvetin etkileyici bir neden olduğu her hareket söner. O daha çok bir sistemin biçimsel nedeninin bir parçasıdır. Matematikçiler ve fizikçiler bunu anlıyorlar ama çoğu düşünür hâlâ klasik fizikte etkileyici nedenselliğin var olduğunu ima eden yazılar yazıyor.

Klasik fiziğin öngördüğü sınırlı nedensellik kavramı, bu fizik tarafından analiz edilen sınırlı sayıda fiziksel olayları açıklar. Ama daha geniş bir düşünce için model olma bakımından o, bilim ve sağduyunun önemli bulduğu pek çok hususu dışarıda tutmaktadır. Etkileyici veya ereksel nedensellik olmadan, bir bilim adamının bir deneyin tasarlanmasında ve yapılmasındaki rolünü nasıl açıklayabiliriz? Bilimlerini fizyoloji ve klasik fiziğe göre modellendiren deneysel fizyologlar, insanları motive eden amaçları veya hedefleri (ereksel nedenleri) dışarıda tutup nasıl insan davranışını tartışabilirler? Yapay zekâ çalışmalarında, bilinçli bir fail kavramı olmadan zihni tanımlama nasıl mümkün olabilir?

Yeni 20. yüzyıl fiziği klasik fiziğin dar felsefi şemasının üzerinde daha da büyük bir şüphe bırakmıştır. Kuantum fiziği, fizik yasasına BELİRLENMEZLİK getirmekte ve nedensel ilişkiler açısından açıklanamayan fiziksel ilişki türleri olduğunu dramatik bir şekilde kanıtlamaktadır.

NÖRONLAR

Nöronlar, beyni oluşturan ve onun bilinen faaliyetinin büyük bir kısmından sorumlu olan başlıca hücre tipidirler. Beyin,

nöroglia diye adlandırılan başka hücreler de içerir ama onlar hakkında pek bir şey bilinmemektedir.

İnsan beyni, 10^{10} ile 10^{11} arasında değişen sayıda nöron içermektedir. Onların her biri, sinirsel sinapslarda diğerleriyle yüzlerce hatta binlerce bağlantı kurarlar. Bu bağlantıların çoğu yerel, 1 ile 2 mm içinde bulunur ama pek çoğu uzun mesafelidir. Duyusal girdi ile beyin ve nihayet motor çıktı arasında büyük oranda sinirsel faaliyet gerçekleşir, elektriksel uyarım ve sinapslarda kimyasal tepki şeklinde. Özel bir iş gören nöronlar veya nöron demetleri arasındaki eşevreli titreşimlerin, beynin bir kısmının diğer kısımlarla iletişim kurmasının başka bir yolu olduğu yakın zamanda kanıtlanmıştır. (Bkz. BAĞLANTI SORUNU)

Tipik bir nöron, ağaca benzer bir yapıya sahiptir ve ağaçlar gibi farklı türleri bulunmaktadır. Hücre gövdesinin bir ucunda, dendritler denilen duyusal sinyal verilerine duyarlı uzantılar bulunur. Diğer uçta, kollara ayrılmış bir akson, çıktı sinyallerini diğer nöronlara aktarır. Dendritlerle aksonlar sinapslarda birleşirler. Nöron ateşlendiğinde, bir elektrik sinyali (eylem potansiyeli) aksonun akson geçerek sinapsa ulaşır. Sinyal saniyenin binde biri kadar bir süre devam eder ve saatte 300 mil gibi bir hıza kadar yükselerek ilerleyebilir. Elektrik sinyali sinapsa ulaştığında, bir kimyasal nörotransmitter serbest bırakılır. Bu ilgili dendriti ya uyarır ya da sönümlendirir. (Az sayıda sinapslar kimyasal sinyaller yerine elektriksel sinyallerle iletişim kurarlar.) En azından birkaç düzine sinyal, komşu aksonlardan hedef nörona ulaşırsa, o nöron sonunda ateşlenir. Az sayıdaki uyarım, dentritte geçici elektriksel değişimlere yol açar ve yerel potansiyelleri artırır. Bunlar komşu nöronları etkilediği için önemlidirler.

1940'lardan itibaren sinirbilimciler bu basit hikâyenin temelinde yatan hücre altı hadiseler hakkında çok şey öğrenmişlerdir. Eylem potansiyellerinin ilk detaylı incelemesi, o yıllarda, Sepia'dan (mürekkep balığı) alınan dev nöronlar üzerinde çalışan Alan Hodgkin ve Andrew Huxley tarafından yapılmıştır. Onlar daha sonra keşifleri dolayısıyla Nobel Ödülü almışlardır. Supyanın nöronu çok büyük olduğu için Hodgkin ve Huxley, elektriksel faaliyeti izlemek için nöronun içine ince gümüş bir tel yerleştirmiştir. Bugünün teknolojisi herhangi bir nöronu inceleme imkânı sunacak kadar ileri düzeydedir ve bizler, artık

insan beyninin farklı kısımlarında etkin olan otuzdan fazla nörotransmitterin varlığından haberdarız. İnsanın psikolojik hallerini etkileyen çoğu kimyasal madde, bunu, bir nörotransmitterin etkisini azaltarak veya artırarak yapmaktadır. Trankilizarlar, antidepresanlar, eroin ve LSD bu yolla faaliyette bulunur. Nörotransmitterler ve onların psikolojik etkileri hakkında ileri bir araştırma, çok kapsamlı bir şekilde yürütülmekte ve üniversitelerin ve ilaç şirketlerinin desteğiyle hızla büyümektedir.

Nöronların işlevi ve çalışmaları bilindiğinde, beyinlerle bilgisayarları kıyaslamak kaçınılmazdır. Bilgisayarlarda nöronların yerine çipler bulunur. Bu tür modeller bir noktaya kadar çalışmakta ve daha zeki makineler yapma amacını güden YAPAY ZEKÂ çabalarının temelini oluşturmaktadır. Ne var ki, gerçek nöronlar veya beyinlerle onların bilgisayar modelleri arasında çok farklılıklar vardır. Nöronlar kişisel bir bilgisayardaki çip parçalarından milyon kez daha yavaş çalışırlar, her ne kadar bunu telafi edecek kadar fazla sayıda olsalar da. Beyin neredeyse yüze yakın değişik türde nöron kullanmaktadır ve onun fonksiyonu, onlardan herhangi birinin ölümünden pek fazla etkilenmez. Yavaş performans ve devasa sayının birleşimi, beynin pek çok hesabı aynı zamanda (paralel) yapması gerektiği ve bunların pek çok sistem arasında paylaşıldığı anlamına gelmektedir.

ALGI, HAFIZA, problem çözme ve diğer zihinsel işlemlerde nöronların işlevini keşfetmek, sinirbiliminin temel başarılarından biridir ve bunları bilgisayar elementleriyle kıyaslamak yanıltıcı olabilir. Örneğin, bir nöronu basit bir açma-kapama devresi olarak görmek aşırı basitleştirme olur. Daha ziyade her nöron kendi içinde mini bir bilgisayara benzer. Daha doğru bir kıyaslama, yiyecek bulabilen, tehlikeden kaçabilen ve çoğalabilen amip veya terliksi hayvan gibi tek hücreli bir canlı ile yapılacak bir kıyaslama olabilir. Bu basit hayvanlar gibi nöronlar da öğrenir ve beyin sürekli deneyime karşılık kendini "yeniden donatır" (SİNİRSEL ŞEBEKELER olarak yapılan bazı bilgisayarlar bu gibi şeylerin çok basit türlerini yapabilmektedirler.)

Bir insan beyninde yeryüzündeki insanlardan daha fazla sayıda nöron bulunduğundan, onların yapı ve işleviyle ilgili her şeyi bilmemiz pek muhtemel görünmemektedir. Beynin tam donanım diyagramı bir insan ömrü içinde analiz edilemeye-

cek kadar kapsamlı olurdu. Bu aşamada nörobiyoloji, beynin çalışması ve yapısıyla ilgili genel birkaç ilkeyi bulmaya ağırlık vermekte ve birkaç basit bölge ve sistemin esaslı kavrayışını elde ederek, bu kavrayış temelinde ileride genel modeller oluşturmayı ummaktadır. Zihinle ilgilenen tanınmış bir düşünür olan Colin McGinn, beyin kendi kendini anlayamayacak kadar karmaşıktır, demektedir. Yine de araştırmalar devam etmekte ve bilgimiz ne kadar kısmi de olsa artmaktadır.

NÖTRON YILDIZLARI

Nötron yıldızı, yakıtı tükenip çöken normal bir yıldızın muhtemel bir son ürünüdür. (Bkz. YILDIZLAR.) Tüm normal atomik yapının parçalanmasından oluşan muazzam bir yoğunluğa sahiptir.

Normal bir yıldızın çöküşünün üç muhtemel sonucu olabilir. Çöküş bir nötron yıldızı meydana çıkarabileceği gibi, bir beyaz cüce veya bir kara delik de meydana getirebilir. (Bkz. KARA DELİKLER) Bir beyaz cüce güneşinkiyle kıyaslanabilecek bir kütleye sahiptir ama onun büyüklüğü dünyanınkine yakındır. Dolayısıyla o, normal bir yıldızdan daha yoğundur. Beyaz cüceler içinde normal kimyasal elementler ve tepkimeler korunur. Nötron yıldızında ise, elementler önemli bir dönüşüm geçirirler.

Ana yıldız yeterince büyük ve ağırsa, onun çöküşü, içindeki kimyasal elementleri sıkıştırır ve bir süpernova patlamasına yol açabilir. (Bkz. SÜPERNOVALAR) Elektronlar ve protonlar nötronlara dönüşür ve tüm yıldız dev bir atom çekirdeğine dönüşür. Bu aşamada yıldız hemen hemen büyük bir şehir büyüklüğündedir ve teoreme göre, onun muhtevası süper sıvı ve süper iletkendir. (Bkz. BOSE-EİNSTEİN YOĞUNLAŞMASI) Nötron yıldızları çok güçlü manyetik alanlara sahiptir. Onlar büzüşürken karşılığında dönme hızları artar; ta ki yıldız saniyede birkaç kere dönene kadar. Milyonlarca yıl, bu hızlı dönüş, yıldızın çevresiyle manyetik etkileşimi ile frenlenir.

Nötron yıldızları iki bağlamda gözlemlenmiştir. Radyo pulsarları, saniyede birkaç kez çok düzenli radyo dalgaları yayan nötron yıldızları 1967'de keşfedilmiştir. Çevredeki gaz maddesi onların içine düşerken, yıldızın manyetik kutupları sözü edilen dalgaları meydana getirir. Eğer yıldızlar eğik dönerse, radyo ya-

yımları her dönüşte bir kez dünyayı tarayabilir; fener kulesinin ritmik ışığı gibi. En azından bir tane ikili pulsar bilinmektedir. GENEL İZAFİYET, bunun, çok yakınındaki yıldızın çevresinde dönerken kütle çekimsel dalgalar yaymak suretiyle çok yavaşça enerji kaybetmesi gerektiğini öngörür. İkili pulsarın yayım oranındaki beklenen küçük azalma gözlemlenmiştir. Bu gözlem Einstein'in kuramına ilave bir kanıt teşkil etmiştir.

Optik açıdan görünmez olsa da diğer nötron yıldızlarının, farklı bir mekanizmayla X-ışınları yaydıkları bilinmektedir. Onlar da ikili yıldız sistemlerinin üyeleridir. Komşu yıldızdaki madde nötron yıldızına yağdığında yüksek ısı ve X-ışınları üretir.

NÖTRİNOLAR

Kütle ve yüke sahip olmayan nötrinolar, evrendeki en kısa ömürlü parçacıklardan biridir. Onlardan bir tanesi atom çekirdeğiyle etkileşime geçmeden önce 10 milyarlarca nötrino dünyadan geçebilir.

Atom ve kuantum fiziğinin kurucu şahıslarından Wolgang Pauli, 1932'de, salt kuramsal temellere dayanarak nötrinonun varlığını öngörmüştü. Ama onun deneysel açıdan kanıtlanması 1956'ya rastlar. Elektrik yüküne sahip olmamasının dışında nötron, hemen hemen protona benzer. Bu, geçen yüzyılın başında bazı fizikçileri, onun, artı yüklü protonla eksi yüklü elektronun bağıl hali olması gerektiğine inandırmıştı. Kuşkusuz nötron protondan biraz daha ağırdır. Dahası, ya kesin kararlı olan veya en azından şimdiki evren kadar bir ömre sahip bulunan protondan farklı olarak nötron, diğer temel parçacıklarla kıyaslandığında muazzam uzunlukta bir ömre sahiptir ve yaklaşık 15 dakika sonra bozunur. Fizikçiler beta bozunması diye adlandırılan bu bozunmanın ürünlerini bir elektron ve bir proton olarak tespit etmiştir.

Bozunmayla ilgili sorun, hesap tepkime üzerinden yapıldığı zaman ortaya çıkmaktadır. Korunum yasaları, toplam enerji ve momentumun parçalanmadan önce ve sonra aynı olması gerektiğini öngörmektedir. Oysa her deney, işlem sırasında enerji kaybı olduğunu ortaya koymuştur. Bazı fizikçilerin belirttiği gibi, bu, kuantum maddesinin doğanın temel korunum yasalarına uymadığı anlamına mı gelmektedir?

Pauli, enerjinin (ve momentumun) yine korunduğunu iddia ederek durumu kurtarmıştır. Enerji hesabını dengelemenin tek yolu, üçüncü görünmez bir parçacığın beta bozunması sırasında saçılmış olabileceğini göz önüne almaktır. Pauli, bu parçacığın 'nötrinonun', sıfır veya sıfıra yakın bir kütleye ve 1/2 spine sahip, yüksüz bir parçacık olduğunu tahmin etmişti. 1956'da bu parçacık deneysel olarak gözlemlenmiş ve onun diğer parçacıklar üzerindeki tahmin edilen etkileri doğrulanmıştır. (Bkz. ELEKTROZAYIF KUVVET)

Nötrinolar çok küçük bir kütleye sahip olabilir. Eğer böyleyse, onların sayısı öylesine fazladır ki, evrenin toplam kütlesinin önemli bir kısmını oluşturuyor olmalılar. (Bkz. KARANLIK MADDE) Ayrıca bu, güneşin, teorilerimizin tahmin ettiği sayıdaki nötrinoların sadece yaklaşık üçte birini saçıyor görünmesi sorununu da çözebilir. Eğer onların kütlesi varsa, nötrino saptayıcılarımızın kaydedemediği formlar arasında salınabilirler.

OLBERS PARADOKSU

19. yüzyıl astronomu Wilhelm Olbers'in ardından bu isimle anılan paradoks, yıldızların sayısı göz önüne alındığında, gökyüzünün gece aydınlık görünmesi gerekirken, çok karanlık görünmesi olgusuyla ilintilidir.

Sonsuz genişlikte veya hatta çok büyük ama sonlu genişlikte bir evren söz konusu olsaydı, hemen hemen her yönde bir yıldızın bulunmasını beklerdik. Çoğu hayli uzakta bulunduğu için belirsiz olacaktı ama sayıları bu belirsizliği telafi edecekti. Ortalama olarak, gece gökyüzünün ortalama bir yıldızın, örneğin güneşin, yüzeyi kadar aydınlık olması gerekir.

Ama açıkça görüldüğü gibi böyle değildir, bu bir paradokstur. Adı Olbers'den gelse de Kepler de dahil olmak üzere daha eski astronomlar onun hakkında yorumda bulunmuşlardır.

Paradoks, evrenin bölümlerinin toz veya diğer siyah cisimle dolu olduğu varsayımıyla ortadan kalkmamaktadır. Bu maddeler de sonuçta yıldızların sıcaklığına ulaşana dek ısınacak ve dolayısıyla eşit derecede parlak olacaktır. Evrenin BÜYÜK PATLAMA modeli tarafından öne sürülen iki etki paradoksu çözmektedir.

Evren sınırlı yaşa (yaklaşık 10^{10} yıl) sahip olduğundan, 10^{10} ışık yıllık mesafeden daha uzakta bulunan yıldızlardan gelen

ışık henüz bize ulaşmamıştır. Hangi teleskopla bakarsak bakalım yıldızların uzaya seyrek olarak dağıldığını görürüz. Evren genişlediği için uzak yıldızlardan gelen ışık kızıla kayar. Bu da KOZMİK ARKAALAN RADYASYONU'nun sıcaklığını, oluştuğu andaki 4000 K'den şimdiki 3 K'ye düşürmüştür. Dolayısıyla o, toz veya siyah cismin sıcaklığını yıldızların sıcaklığına ulaştıracak kadar sıcak değildir.

Evrenin iyi bir kozmolojik modeli, bu özelliklerden birini veya her ikisini içermelidir; evrenin sınırlı yaşı ve genişlemesi. Olbers paradoksu, böylesi bir modelin geliştirilmesini sınırlandıran temel gözlemlerden biridir. Büyük Patlama modeli, her iki özelliği de hesaba katmaktadır.

ÖLÇÜM SORUNU

Kuantum gerçekliği "her ikisi de" (both/and)nin garip dünyası olarak tanımlanmaktadır. Kediler hem canlı hem ölüdür; fotonlar ve elektronlar hem dalga hem parçacıktır hem burada hem oradadırlar hem şimdi hem sonra. Kuantum SÜPER POZİSYONLARI (üst üste gelmeler)'nın taşıdığı birçok olasılık zaman ve mekâna yayılmıştır. Yine de bizler, en azından sıradan deneyim düzeyinde, ya/ya da dünyasında yaşarız. Ya dalgaları görürüz ya da parçacıkları, ya canlı kediler görürüz ya da ölü olanlarını ve bunun gibi. Çoğumuz için Newton'un klasik mekaniği, fiziksel dünyayı nasıl bulduğumuzun doğru bir açıklamasıdır. O halde garip kuantum dünyasıyla sağduyunun klasik dünyası arasında ne tür bir ilişki vardır? Birçok olasılık sonunda nasıl tek bir gerçek oluyor?

Kuantum mekaniğinde bu sorular ölçüm sorunu ya da bazen gözlem sorunu olarak bilinir. Kuantum "her ikisi de"sini klasik "ya/ya da"ya dönüştüren her işlem, bir kuantum sistemini ölçtüğümüzde veya gözlemlediğimizde meydana gelir. Bir fotonun yolunun üzerine bir fotoğraf büyültme tüpü ya da bir keşif ekranı yerleştirme eyleminin kendisi, fotonun dalga/parçacık ikiliğini bir dalgaya (ekran) ya da bir parçacığa (fotoğraf büyültme tüpü) dönüştürür. Schrödinger'in kedisi paradoksunda, biz kutuyu açıp içeri baktığımız anda, ölü/canlı kedi aniden ölü ya da canlı olmaktadır. Ancak hiç kimse bunun niçin böyle olduğunu anlayamıyor. Ölçüm ya da gözlemin fiziksel bir gerçekliğin karakterini

böylesine radikal bir biçimde değiştirebilmesi, modern fiziğin tek önde gelen sorunudur. Pek çok fizikçi, bu sorun çözülene kadar kuantum teoreminin eksik kalacağına inanmaktadır.

Kuantum gerçekliğini olasılıkların bir süper pozisyonu olarak çok doğru bir şekilde tanımlayıp her olanağa bir dizi olasılıklar atfeden Schrödinger'in dalga denklemi, ölçme eylemini ya da onun düzeneğini içermemektedir. Kuantum mekaniğinin matematiğinde gözlemci yoktur. Bu nedenle dalga denklemi de olanak gerçekliğe dönüştüğü anda DALGA FONKSİYONUNUN ÇÖKÜŞÜ'nü açıklayamamaktadır. Bu çok göze çarpan ihmali telafi etmek için fizikçiler, hiçbiri şimdiye kadar nihai ya da tam anlamıyla aydınlatıcı olmayan başlıca altı teoreme başvurdular.

Birinci yaklaşım deneysel çalışmalar yapan fizikçilerin çoğu tarafından hâlâ kullanılan "pragmatik" yaklaşımdır: Ölçüm hakkında üzülmemeliyiz. İlk kez Niels Bohr'un kuantum teoreminin Kopenhag Yorumunun bir parçası olarak dile getirdiği bu görüşe göre Schrödinger'in dalga denklemi, deneylerin sonuçları hakkında başarılı bir şekilde doğru tahminler yürütmektedir ve fizikçilerin bunun nasıl ya da niçin olduğu hususunu kafalarına takmamaları gerekir. Bazı kimseler kuantum mekaniğini girift bir "sosis makinesi" olarak gören bu yaklaşımı beğendiler: Bir uca verileri koyuyorsunuz, öteki uçtan onların ölçülen sonuçları çıkıyor.

Bohr'un TAMAMLAYICILIK ilkesi, "onun hakkında konuşmayacağız" tarzındaki bu pragmatik yaklaşımla bağlantılıdır. Söz konusu görüşe göre, kuantum gerçekliğinin aşikâr çelişkileri –hem dalga hem parçacık olan fotonlar, hem ölü hem canlı olan kediler–, tıpkı kuantum dünyası ile klasik dünya gibi, birbirlerini tamamlamaktadır. Bohr'a göre bu, hayatın derin sırlarından sadece biridir ve fizikçiler bunu açıklamaya çalışmadan kabul etmelidirler.

Ölçüm sorununa üçüncü yaklaşım, fizikçi Eugene Wigner tarafından ortaya atılan Wigner Yorumu'dur. Kuantum mekaniğine göre, Schrödinger denklemince tanımlanan her şeyin bir süperpoze olmuş olasılıklar durumu içinde olması gerektiği için, bu, ölçtükleri fotonlar kadar ölçüm araçları için de geçerli olmalıdır. Bu durumda görünüşe bakılırsa fiziksel olan hiçbir şey dalga fonksiyonunu çökertememektedir. Wigner, bundan

fiziksel olmayan ya da fizik dışı bir şeyin sorumlu olması gerektiği sonucuna varmıştı ve ona göre.bu gizemli unsur, ölçüm yapan gözlemcinin zihniydi. Wigner'in önerisi, kuantum mekaniği hakkında çıkan popüler kitaplar ve dergiler tarafından yaygın kabul gördü çünkü o, zihnin maddenin kökeni olduğu şeklindeki bir zamanların popüler görüşünü destekleyen dramatik ve şaşırtıcı bir görüştü. Ancak çok az fizikçi bu görüşü kabul etmiştir.

Diğer iki yaklaşım ise ölçüm sorununu, onun yanlış bir problem olduğunu öne sürerek çözmeye çalışmaktadır. David Bohm'un gizli değişkenler teoremi, her kuantum parçacığının bir kuantum dalgası veya potansiyel alanı tarafından yönlendirildiğini ve kuantum fizikçilerinin sözünü ettikleri tüm ürkütücü etkilerin –belirsizlik, dalga/parçacık ikiliği, süper pozisyonlar– gerçekte bizim kaba gözlem tekniklerimiz için çok küçük kalan temeldeki nedensel faktörlerden kaynaklanmadığını öne sürer. Bazı fizikçiler Bohm'un yaklaşımını beğendiler ama o, YEREL OLMAMA gibi diğer kuantum etkilerine uygulandığında daha büyük sorunlar doğurmaktadır.

Bir ölçüm sorununun olduğunu reddeden diğer bir ünlü yaklaşım da çok-dünyalar teoremidir. Buna göre, kuantum dünyasının tüm süper pozisyonları gerçektir ve sonsuza dek de gerçek kalacaktır. Biz ne zaman bir ölçüm yapsak olasılıklardan birinin gerçekleşeceği ve dünyanın kollara ayrılacağı olası başka bir yön yaratırız. Çok dünyalar görüşüne göre, gerçeklik sürekli kollara ayrılan sonsuz sayıda dünyadan oluşmaktadır. Öyle ki, o çok sayıdaki dünyaların içinde bir fizikçi, sonsuz sayıdaki sonuçlardan herhangi birini, ölçümlerinin sonucu olarak değerlendirebilir. Fizikçinin bir ölçüm yaptığı ya da karar verdiği her defada, onun dünyası kollara ayrılır ve artık kendisinin bir kopyası vardır. Her birimiz, sonsuz sayıda kollara ayrılan pek çok dünyanın üzerinde bulunan bir sürü kopyanın içinde var oluruz. Hiçbir şey asla kaybolmaz. Bu teorem de bilim kurguya benzerliği yüzünden popüler yazarlara cazip gelmektedir; fizikçilerin büyük çoğunluğu bu benzerliği kabul etmektedirler.

Ölçüm sorununun gizine son yaklaşım fiziksel bir yaklaşımdır. Dalga fonksiyonu ile ölçüm aracı arasındaki fiziksel bir etkileşimin sonucunda kuantum potansiyelinin klasik gerçekliğe

dönüştüğü lineer olmayan bir süreci tanımlamak için, Schrödinger denkleminin yeniden düzenlenmesi gerektiğini savunan fizikçilerin sayısı giderek artmaktadır. Bu durumda çökmeyen kuantum sistemleri ile ölçüm araçları ve insan beyni arasındaki fiziksel farklılık belirtilmelidir. Birkaç farklılık, anahtar farklılık diye öne sürülmüştür. Ölçüm aracı dalga fonksiyonunu çökertmektedir çünkü o daha büyüktür, daha fazla parçacığa sahiptir (İtalyan fizikçileri Giancarlo Ghirardi, Alberto Rimini ve Tullio Weber'den ismini alan GRW teoremi), daha ağırdır (Roger Penrose'un kütle çekim teoremi) ve sonuçların kalıcı kayıtlarını yapma kapasitesine sahiptir ve bunun gibi. Bu alanda can alıcı deneyler yapmak zordur ancak zamanla teori ve deneyin birlikteliği henüz çözümü bulunmayan bu problemi çözebilir.

OLUŞ

Nobel Ödülü sahibi kimyacı Ilya Prigogine'e göre, yeni bilimler, Varlıktan ziyade Oluşla ilintilidir. Zamanın dinamik ve yaratıcı yanlarına odaklanan fizik, kimya ve biyoloji, kendiliğinden düzenin, yeniliğin belirişinin ve yeni yapının yaratılışının derin bir kavranışını sunmaktadır bizlere.

Geleneksel bilim dinamik DENGE halinde veya denge haline çok yakın olan sistemler, lineer sistemler, kapalı sistemler ve düzenli tekrarlanan bir işleyişe sahip sistemlerle kendini sınırlandırmıştı. Bunlar tahmin edilebilir sistemlerdir ve sürpriz bir gelişmeye asla izin vermezler. Böyle sistemlerde zaman mekaniktir ve yeniliğin ortaya çıkmasına yol açmaz. Bu, düzenli şekilde dönen gezegenlerin, salınan sarkaçların, titreşim devrelerin, düzgün şekilde işleyen makinelerin bilimiydi; kısacası Varlık haline odaklı bir bilimdi. (Bkz. özet makale A VARLIK TÜRLERİ)

Sistemler çevreye açıldığında ve rahat denge durumlarından uzaklaştırıldığında, kendi kendini düzenleme ve yeni yapıların ortaya çıkması olguları gerçekleşir. Pozitif GERİBİLDİRİM'in önemli bir rol oynadığı sistemler evrim ve ani değişim geçirebilir. Tüm bu çeşit sistemlerde, Prigogine'in de belirttiği gibi, zaman etkin ve dinamik bir rol oynar ve Varlık, Oluşa dönüşür.

Oluş bilimi kimyasal karmaşıklık, hayatın ortaya çıkışı, yeni türlerin evrimi, bilincin doğası, dilin keşfi, öğrenmenin nasıl gerçekleştiği, toplumsal düzenlemelerin gelişmesi, şehirlerin

gelişimi ve ekonomik sistemlerin dönüşümü ile ilgilenir. Kuramsal araçları, LİNEER OLMAMA, çatallanma noktaları, KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON, pozitif ve negatif geribildirim ve KARMAŞIKLIK teoremidir.

Oluş kavramının felsefi kökleri G.W.F. Hegel'in "Mantık"ında bulunabilir. Descartes'in "Düşünüyorum, öyleyse varım" önermesi gibi pek çok felsefi sistem, bir mantıksal sistem için en güvenilir temel olarak Varlık kavramına dayanır. Hegel, biri, hiçbir tanım veya ayrıştırmaya başvurmadan saf varlığı düşünmeye kalkıştığında, zihninin, var olmayan, tanım ve ayrımın dışında yer alan hiçliği düşünmeye meyledeceğini belirtmişti. Ne var ki zihin hiçliği mesken tutamaz.

İlk bakışta, varlık ve hiçlik mantıksal açıdan birbirinin zıttı gibi görünür. İyice düşünüldüğünde, onların görsel algı paradokslarına –tavşana dönen ördek veya bir çift yüze dönen vazoya– benzediği anlaşılır. Zihin iki konumun (tez ve antitez) herhangi birinde duraklayamaz, sürekli onlar arasında gelip gider. Beliren ikiliğin çözümü varlığın oluşa yer açtığı devinimde yatar.

Hegelci diyalektik, Oluşun bu sürgit deviniminin ayrıntılı bir izahıdır. Bu sayede bir düşünce kendisiyle çelişen başka bir düşünceyi ortaya koyana değin sorgulanır ve böylece, yeni ve daha yüksek bir mantık düzlemine çıkar. Hegel dünyanın sürgit bir diyalektik süreç, varlıktan oluşa doğru bir evrim olduğuna inanıyordu ve evrenin kendini düşünceyle var eden Dünya Tininin tezahürü düşüncesindeydi.

Eklektik düşünür Gregory Bateson, Oluşun hayatın evrimi ve bilincin gelişiminin ayırt edici bir özelliği olduğunu savunur. Evrim içinde doğa mantık düzeylerini aşar ve sınırlayıcı bağlamların sınırlarından kurtulur. Bateson, bunun, "Doğadaki Akıl" diye adlandırdığı şeyin kanıtı olduğunu kabul eder.

Öte yandan bilgisayarlar, sadece bir Varlık dünyasında bulunurlar ve sabit mantık türlerinin sınırları içinde kolayca kapana kısılırlar. Giritli, "Tüm Giritliler yalancıdır" demiş. Eğer bu cümlenin doğru olduğu kabul edilirse, o zaman Giritli yalan söylüyordur cümlesi yanlış olur. Ama eğer cümlesi yanlışsa, tüm Giritliler yalancı olamaz ve bu durumda cümlesi doğru olur. Ama eğer cümlesi doğruysa... Bu paradoksla karşılaşan bir bilgisayar, iki olasılık arasında sonsuz salınımlar yapar. Oysa

insan zekâsı, bir yargı belirten cümlelerle, yani cümleler hakkında yargıda bulunan cümlelerle, cümleler hakkında yargıda bulunan cümleler hakkında yargıda bulunan cümleleri ayırt edebilir. Bilinç bir Oluş dünyası içinde yaşadığı için, belirli bağlamların sınırlarını aşabilir ve mantık türlerinin üzerinden sıçrayabilir: Prigogine ve Bateson için, Oluş, yaratıcılık, zekâ ve insan bilincinin özüdür.

ÖRTÜK DÜZEN

Fizikçi David Bohm'a göre, çevremizde gördüğümüz dünya, Örtük Düzen diye adlandırılan daha derin bir gerçekliğin gölgesinden başka bir şey değildir. Newtoncu dünyada gerçeklik açık ve belirlidir. Maddi nesneler uzayda kendilerine özgü sınırlara ve yerlere sahiptir. Özellikleri açıkça tarif edilmiştir ve gözlemciden bağımsız olarak vardır. Bohm bundan Açık Düzen diye söz eder ve onunla ilintili dünya görüşünün düşüncemizde nasıl kök saldığını gösterir. Açık Düzenin vazgeçilmez bir unsuru Kartezyen koordinatlar sistemi, en temel öğelerinin noktalar ve çizgiler olduğu, dünya üzerine konulmuş bir levhadır.

En temel bilimsel dünya tanımımız, Açık Düzenin diliyle uyuşmayan kuantum teoremidir. Parçacık cisimler, kendilerinden söz edilebildiği ölçüde, uzayda belirli ve yerel değildir, nüfuz edici bir özelliğe sahiptir. Başka bir ifadeyle, büyük mesafelerle birbirlerinden ayrılmış nesneler, normal (Newtoncu) uzaklık ve ayrılık kavramlarının artık geçerli olmayacak derecede bağlaşıktır.

Kuantum teoreminin kökten yeni doğasına karşın, onun matematiksel ifadesinin büyük bir kısmı eski Kartezyen ve Açık Düzen içinde yer alır. Her ne kadar uzaydaki bir nokta kavramı kuantum teoreminde anlamını yitirse de matematiksel noktalar kavramına dayalı diferansiyel denklemleri kullanılır. Bohm, kuantum teoreminin doğanın içinde bir Örtük Düzen (veya açılmamış düzen) gösterdiğini ileri sürer. Bu Örtük Düzende, A nesnesi B nesnesinin içinde bulunabilirken, aynı zamanda B nesnesi de A nesnesinin içinde bulunabilir. Açık Düzenin sınırlar, ayrılık, uzay ve zaman kavramları Örtük Düzen içinde aşılır.

Bohm, Açık Düzende nesneler olarak görünen temel parçacıkların Örtük Düzende süreçler olarak görülmesi gerektiğini ileri sürer. Bu süreçler tezahür ederken bir an için yerleşik bir

parçacık olarak görünen bir şeyi meydana getirirler. Bir an sonra bu "parçacık", Örtük Düzenin içine tekrar gömülür. Açık Düzende etkileşim içindeki iki temel parçacık, Örtük Düzende, bir an için Açık Düzenin farklı uzamsal bölgelerinde konumlanacak tek bir süreç olur. Örtük Düzen içinde bağımsız, yerel nesne görünümünde olan şey bütünün bir çehresidir. Bohm ayrıca Bütüncül Devinim diye adlandırdığı temel bir zeminden de söz eder.

Bohm, Örtük Düzenin, yalnızca maddenin en temel düzeylerinde vuku bulan süreçleri değil, aynı zamanda insan bilincinin en derin doğasını da açıkladığını savunur. Açık düzenin böylesine yaygın olmasının nedeni, kısmen, bizim ölçeğimizde kararlı ve yerleşik görünen nesneler dünyasında yaşamamıza dayanmaktadır. Bunun başka bir nedeni de konuştuğumuz (Avrupa) dillerin hipnotik etkisinin sonucudur. Bu diller büyük oranda isimlere dayanmaktadır ve dünyayı, nesneler, kategoriler ve sabit sınırlarla kavramaya iter bizleri. "Kedi fareyi kovalar" cümlesi, etkileşim içindeki bağımsız nesnelerden söz ederken, böyle bir olayın gözlemcisi daha çok kovalama eyleminin farkında olabilir. Psikolog Jean Piaget'in yaptığı deneyler, süreç ve devinimin bütüncül algısının küçük bir çocuğun bağımsız nesneleri idrak etmesinden önce mevcut olduğunu göstermektedir. Piaget'in gelişme teoremleri asıl algılarımızın Örtük Düzene ait olduğunu ileri sürmektedir.

Bohm, fiil kaynaklı bir dilin (onun varsayımsal Rheomede'u) dünyayla ilintili asli tecrübelerimizle uyuşacağını öne sürer. Bu tür dillerin var olduğu ortadadır. Kuzey Amerika'da, örneğin, Cree, Blackfoot, Ojibwa, Micmac, Cheyenne ve diğer toplulukların konuştuğu Algonquian dil ailesinin dilleri büyük oranda fiil kaynaklıdır ve esasen dünyanın bir SÜREÇ vizyonunu yansıtır. Düşüncelerini Örtük Düzen ve Rheomodeye dayandıran Bohm, bilincin tarifi ve kuantum teoremiyle hayli uyuşan, bir cebir ve sürece dayalı matematiksel yapılarda geliştirmeye çalışmıştır.

Örtük Düzenin açığa vurduğu yapılar, tekrar onun içine gömülene dek bir süre Açık Düzenin içinde var olurlar. Dolayısıyla Örtük düzen (esas temeli, Bütüncül Devinim ile birlikte), Açık Düzenin kaynağı ve taşıyıcısıdır. Teoreminin sonraki yorumlarında Bohm, daha ince ve gizli bir Süperörtük Düzen kavramını

ileri sürer. Bir anlamda bu, Örtük Düzen ile Açık Düzen arasında bir tür geribildirim halkası oluşturmaktadır. Örtük Düzen, Açık Düzeni ayakta tutarken Süperörtük Düzene de karşılık gelir. Bu Süperörtük Düzen sonuçta Açık Düzen içinde vuku bulan şeylere duyarlıdır. Bu şekilde, Bohm, Süperörtük Düzenin altında artan incelikte başka düzenlerin, belki sonsuz sayıda düzenin olabileceğini ileri sürer. Bohm'un görüşlerini deneyle sınamak zordur; çoğu fizikçi bunları fizikten çok felsefe olarak değerlendirmektedir.

OYUNLAR TEOREMİ

Oyunlar ve onların stratejileri hakkında matematiksel bir analiz, John von Neumann ile Oskar Morgenstern tarafından meşhur kitapları, Oyunlar ve Ekonomik Davranışın Teoremi (Theory of Games and Economic Behavior)'nde ortaya atılmıştır. Von Neumann, daha önce, satranç ve iskambil oyunları gibi, bir oyuncunun kazanıp diğerinin kaybettiği, "iki kişi sıfır-toplam oyunları" diye adlandırdığı oyunları tarif etmişti. Oyun teoremi, bu tür oyunları oynamanın en iyi yolu nedir? diye sorar. Von Neumann, her bir oyuncunun rakibinin dayatabileceği olası maksimum kayıpları en aza indirecek en iyi stratejiye sahip olduğunu gösterdi. Bu stratejinin adı "minimaks" stratejisidir.

Bunun basit bir örneği bir çocuk oyunudur. İki oyuncu aynı anda makas, kâğıt veya taşı temsil eden mimikler yaparlar. Kural şudur; makas kâğıdı keser, kâğıt taşı sarar ve taş da makası körletir. Ödemeler uygun şekilde yapılır. Bu durumda, bir oyuncu için bir dizi oyundaki minimaks stratejisi, tüm üç mimiği de yaklaşık olarak eşit oranlarda yapmaktır. Herhangi özel bir strateji rakibin işine yarayacaktır.

Oyunlar teoremi, oyunlar için geliştirilen kuralların, sosyal, iş ve uluslararası alanlardaki genel rekabetçi davranışa dönük geniş sosyal uygulamalara sahip olduğunu savunur. Oyunlar ve onların stratejilerinin incelenmesi yoluyla, karmaşık durumlarda akılcı kararların nasıl alınacağını anlamak mümkündür. Ancak bu düşünce tarzı bariz sınırlamalara sahiptir. Söz konusu teorem, her oyuncunun mantıksal olarak kârını en üst düzeye çıkarmaya çalıştığını varsayar. Fakat bu, ancak belli rekabet durumlarında, yani iki oyuncu sıfır-toplam oyunlarda uygulanabilir. Sıfırdan

farklı-toplam oyunları olarak bilinen, daha karmaşık diğer durumlarda, iki veya daha fazla oyuncu bulunabilir. Bu oyunlarda işbirliği yapıp ortaklık kurmak avantaj sağlayabilir. Ve tamamen akılcı bir strateji yoktur.

En meşhur iki oyuncu sıfırdan farklı toplam-oyunu 'Tutuklunun İkilemi'dir. Ciddi bir cinayet zanlısı olarak iki oyuncu "tutuklanır" ve her biriyle ayrı ayrı konuşulur. Eğer her ikisi de cinayetle ilgili tüm iddiaları savarlarsa ("işbirliği" yaparlarsa), ikisi de daha hafif bir suçtan hüküm giyerek üç yıllık hapis cezası alır. Eğer biri diğerini suçlarsa ("kusurlu bulursa"), ikisi de beş yıllık ceza alır. Eğer A sessiz kalırken ("işbirliği yaparsa"), B onu suçlu ("kusurlu") buluyorsa, A yedi yıl ceza alırken, B sadece bir yıl ceza alır.

Açıkça görüldüğü gibi, bu durumda en iyi sonuç, ikisinin de işbirliği yaptığı taktirde elde edilmektedir; en kötüsü de ikisinin de birbirini suçlaması durumunda elde edilmektedir. Ama her biri, kendi kendine, eşim ne yaparsa yapsın o onun işi, ben onu suçlu bulursam kişisel olarak daha kazançlı çıkarım diye düşünebilir. Böylece her ikisinin de birbirini suçlaması suretiyle kötü bir sonuca varabilirler. Bir çiftin her bir üyesinin inançsızlığa kapıldığı veya bir münakaşada anlaşmaya varmamanın her iki taraf için de bir gurur meselesi halini aldığı durumlarda, bu tür "oyun" yaşamda sık sık oynanır. Mesele bireye karşı topluluktur. Bu gibi durumlarda en kötü sonuçtan nasıl kaçınılabilir? Eğer ilişki sürüyorsa ve güvenin tesis edilme ihtimali varsa, takip edilecek en iyi strateji nedir?

Bu soruya cevap vermek üzere turnuvalar düzenlenmiştir. Bir turnuvada, herhangi biri, diğer programların her birine karşı Tutuklunun İkilemi oyununu defalarca oynamak için geliştirilmiş belli bir stratejiye sahip bir bilgisayar programına girebilirdi. "Her zaman işbirliği" (tam fedakârlık) ve "her zaman suçlama" (tam bencillik) stratejilerinin kötü sonuç verdiği bazı karmaşık programlar vardı. Kazanan bir programın adı "misilleme" idi. Buna göre, "biriyle ilk kez karşılaştığında işbirliği yap ve bundan sonra onun en son yaptığı şeyi yap". Bu strateji çoğuna doğal gelir ve evrimin bir ürünü olabilir. (Bkz. SOSYOBİYOLOJİ)

Sıfırdan farklı-toplam oyunları "kazanmak" (olası en iyi sonucu elde etmek) için geliştirilen en iyi stratejilerin çok

önemli bir göstergesi, mantıklı davranışın her zaman en "mantıklı" olan davranış olmadığıdır. Zihinle ilgili yapılan çalışmalardan (Bkz. DÜŞÜNME) bildiğimiz kadarıyla, insanların her zaman mantıksal olmaması hayatta kalmamızın önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Korku, kızgınlık ve analık veya babalık gibi basit duygusal tepkiler genlerimiz içinde programlanmış olası stratejilerdir. (Bu, beyindeki belli noktaların uyarılmasının tahmin edilen duygusal tepkilere yol açtığını gösteren testlerle ortaya çıkarılmıştır.) Çocuk sahibi olma, düşmana saldırma veya insanlara eşit davranma güdüsü grubun ayakta kalmasına yardım edebilir veya engel olabilir. Bu durumlarda hakem mantıksal oyun teoremi değil uzun vadeli sonuçlardır. "En iyi" strateji bağlama bağlıdır. Diğer oyuncu kim ve bu özel oyunun kuralları nedir? (Bkz. ORTAK EVRİM; DARWİNCİ EVRİM)

ÖZ-ENERJİ

Elektronun kendi elektrik alanıyla etkileşim kurma yolu, modern fiziğin en büyük baş ağrılarından birini doğurmuştur. Bir maddenin enerjisini hesaplamak standart bir fizik egzersizidir. Bir bardak sıcak kahvenin enerjisi (ısı enerjisi), bir bardak soğuk kahvenin enerjisinden daha büyüktür. Hızlı bir trenin enerjisi (kinetik enerji), duran bir trenin enerjisinden daha büyüktür. Bir elektronun enerjisini hesaplamak, birkaç bileşeni birbirine eklemeyi gerektirir. İlkin, hızından kaynaklanan kinetik enerjisi vardır.

İkincisi, Einstein'ın $E = mc^2$ (burada c, ışık hızıdır.) şeklindeki o meşhur formülünde belirtilen, kütlesinden (m) kaynaklanan enerjisi (E) vardır. Ayrıca elektronun enerjisine katkıda bulunan üçüncü ve can sıkıcı bir bileşen daha vardır.

Elektron eksi yüke sahiptir ve dolayısıyla bir elektrik alanıyla çevrilidir. Elektron kendi alanıyla, tıpkı bir botun oluşturduğu dalgacıklar arasından ilerlemesi gibi, etkileşime geçer. Bu durumda enerji, KUANTUM ELEKTRODİNAMİĞİ yasalarına göre hesaplanmalıdır. Bu "öz-enerji"nin, her defasında düzeltmelerin eklenmesi suretiyle ilerleyen sonsuz yaklaşıklıklar serisi sayesinde hesaplanması gerektiği anlaşılmıştır. Nihai toplam sonsuz çıkacaktır!

Tekrar normalleştirme diye adlandırılan bir metot kullanılarak sonlu sonuçlar saptanabilir. Bu, her evrede ileri düzeltmeler – aslında sonlu bir sonuç elde edebilmek için sonsuz bir miktarı azaltmak– yapmayı gerektirir. Fizikçiler genelde bu uzlaşımdan hoşnut değiller ve hali hazırdaki teoremin düzeltilmesi ya da daha derin düşüncelerle değiştirilmesi gerektiğine inanmaktadırlar.

Eğer elektron sonlu bir elektrik yüküne sahip matematiksel bir nokta ise, ona yaklaşıldıkça elektrik alanı sonsuz olur. Bu klasik elektromanyetik teoremde de doğrudur; her ne kadar o, sözü edilen teoremde ihmal edilebilse de. Öte yandan, eğer elektron sonlu büyüklüğe sahip ise, onun için, geniş ölçekli gözlemler ve ÖZEL İZAFİYET ile uyuşan yeni bir modele ihtiyaç vardır. Böylesi bir model SÜPER-STRİNGLER'dir.

ÖZ-ÜRETKEN SİSTEMLER

Öz-üretken sistemler, karmaşık içyapılarını değişen koşullara rağmen koruyabilirler. Kararlı, denge noktasından uzak çok çeşitli sistemler vardır; anafor veya ısıtılmış bir su tavasındaki ısı yayımı modelleri gibi. Bu yapılar uzun süre varlığını korur. Öz-üretken sistemler daha ilerisine gider: Onun özelliği, geri bildirim halkaları, tekrarlar ve diğer lineer olmayan unsurlardan oluşan bütün bir sistemin kararlılığını, sabit içyapısını muhafaza etmek değildir. Öz-üretken sistemler, odağın maddi yapı üzerinde değil, organizasyonun kendisinde olduğu, yüksek bir organizasyon düzeyinde belirginlik kazanır. (Bkz. SİSTEMLER TEOREMİ.)

Öz-üretken sistemler bütüncüldür; onların varlığı bütünü kuşatan anlamın bir ifadesidir. İnsan bedeni içinde bağışıklık sistemi, öz-üretken sistemin bir örneğidir. Bağışıklık sistemi, hasar ve saldırı durumunda dahi bedenin birliğini koruyan, karmaşık bir örüntü-tanıma sistemidir. Şehirler ve insan toplulukları gibi tüm ekolojiler öz-üretken sistemler olarak ele alınabilir.

ÖZEL İZAFİYET

Özel İzafiyet, 20. yüzyıl biliminin yeni paradigmasının sunulmasında ilk ve en çığır açıcı teoremdi. Onun uygulamaları her tarafı kuşatmakta ve uzay, zaman, madde ve enerji kav-

ramlarımızı kökten etkilemektedir. Hâlâ köklü bir şekilde en temel nesnellik kavramlarımızı ve herhangi bir durum üzerinde Tanrısal bakış açısına sahip olabileceğimiz yönündeki asırlık varsayımımızı sorgulamaktadır.

Özel İzafiyet, Albert Einstein tarafından 1905'de kuramsallaştırıldı. Maddi nesneler, hareket ve ışık hakkında yeni bir işleyişi öne sürüyordu. 1916'da Einstein, kütleçekimini de içeren, daha karmaşık GENEL İZAFİYET'i ortaya attı. Her ikisi de pek çok deney ve gözlemle desteklendi.

Klasik Newton mekaniğinde, mutlak bir uzay ve mutlak bir zaman vardır. Özel İzafiyete ise, uzay ve zaman, daha büyük bir bütünün, uzay-zamanın çehreleridir ve sınırlı bir ölçüde birbirlerinin yerini alabilirler. İki uzak yıldızdaki olaylar bir gözlemciye eşanlı görünürken ondan farklı bir yerde konumlanmış başka bir gözlemciye ardıl görünebilir. Genel İzafiyette, birbirinin yerini alma daha çok şeyi etkiler. Klasik teoremde, parçacıklar parçalanamazdır. Özel İzafiyette, onlar saf enerjiye dönüştürülebilir veya tersi gerçekleşebilir. Bu sayede nükleer güç ve atom bombası elde edilmiştir. Klasik mekanikte, parçacıklar temel, dalgalar ise ikincildir. Dalgalar belli bir maddedeki dalgalanmalardır, havadaki ses dalgaları veya sudaki dalgalar gibi. Özel İzafiyet ve daha sonra KUANTUM FİZİĞİ'nde, ışık dalgaları ve parçacıklar eşit derecede temeldir.

19. yüzyılda, ışık ve radyo dalgaları, "boş" görünen uzayda yüksek fakat sınırlı bir hızla yol alan dalga olguları olarak görülüyordu. Dalgaların, tüm evrene sızmış, jölemsi bir yapıya sahip, esir adlı temel bir maddenin içinde bulunduğu sanılıyordu. Bu düşünceyle, Albert Michelson ve Edward Morley, 1887'de dünyanın esir etrafındaki hareketinin hızını ölçmeye çalıştı. Böyle bir hareketin, ışığın farklı yönlerde gözlemlenen hızını etkilemesi gerektiği öngörülüyordu, tıpkı bir nehirdeki dalgaların aşağı yöne daha hızlı akacağı gibi. Esirin "akış"ıyla birlikte yol alan ışık da o akışa karşı yol alan ışığa göre daha hızlı yol almalıydı. Ancak böyle ölçülebilir bir etkiye rastlanmadı. Tersine IŞIK HIZI'nın tüm yönlerde aynı olduğu ortaya çıktı.

Dünyanın evrende durgun olmadığı kabul edildiğinden, dalgalanmaları ışık dalgaları olan esir maddesinin klasik tarifi her nasılsa yanlıştır. Işık dalgaları, "dalgalanan maddi bir töze

sahip değildir, daha çok Newton'un parçacıkları veya kuvvetleri kadar, kendilerine özgü temel bir fiziksel gerçekliğe sahiptirler. "Maddi" kavramı genişletildi. (Bkz. KUANTUM ALAN TEOREMİ; KUANTUM VAKUMU; DALGA/PARÇACIK İKİLİĞİ) Işık hızı evrensel bir sabit olarak tespit edilmiştir.

Ancak eğer ışık hızı bizim için tüm yönlerde aynı ise, bu diğer tüm gözlemcilere veya en azından sabit bir yönde sabit bir hızla hareket eden bir gözlemciye göre de böyle olmalıdır. (Kapalı ses geçirmez bir trende, durgun mu yoksa düzenli bir hareket içinde mi olduğunuzu söylemeniz mümkün değildir. Eğer tren hızını değiştirirse veya bir dönemeçten geçerse, ivme elbette hissedilir.) İvmeli hareketler GENEL İZAFİYET'in konusu iken, sabit hızlı hareketler –fizikçilerin EYLEMSİZ REFERANS SİSTEMLERİ diye tanımladıkları– ÖZEL İZAFİYET'in konusudur.

Newton mekaniğinde, ışığın ölçülen hızı tüm ivmesiz gözlemciler için aynı olamaz. Eğer ben saatte 50 mille yol alan bir trenin içindeysem ve saatte 20 mil yol alan bir topu pencereden dışarıya fırlatmışsam, top yere saatte 70 mil hızla çarpacaktır. Einstein'a göre, ışık böyle hareket etmez. Kaynağın veya alıcının hareketi ne olursa olsun o, sabit bir hızla yere varır.

Özel İzafiyet teoremini kanıtlamak için yapılan deneylerin en şaşırtıcı sonuçlarından biri, hareketin, kendi hareket yönünde ilerleyen maddi nesneleri kısaltıyor, saatleri yavaşlatıyor ve cisimleri daha çok kütleye sahip kalıyor (Lorentz-FitzGerald kısalması) görünmesidir. Bu etkiler hıza bağlıdır ve ancak hareket ışık hızına yakın hızlarda seyrediyorsa fark edilebilir. (Newton'un hareket formülleri sıradan hızlar için yeterince iyidir.) Lâkin bu tuhaf olgular çok farklı iki yorumu beraberinde getirmiştir.

Mutlak bir uzay ve zaman sistemi için bir temel olan esir inancını savunan fizikçiler –ki bunlara Hendrik Antoon Lorentz ve George Francis FitzGerald da dahildir–, her ne kadar bizler sistemin bir parçası isek onları asla ölçemeyecek olsak da hareket eden sistemin Tanrısal görüş açısına göre, çeşitli kısalmaların fiilen gerçekleştiğini savunmuşlardır. Eğer ışık hızına yakın bir hızda yol alan bir trenin içindeysek, trenin yükleri, bizler ve ölçüm araçlarımız hepsi kısalacaktır (ve bizler daha çok kütleye sahip olacağız, zaman ise yavaşlayacaktır.)

Ne var ki bizler bu etkilerin hiçbirisini fark etmeyiz çünkü tüm ölçüm düzeneğimiz ve referans noktaları da aynı değişimleri yaşayacaktır. Dışarıda, "esirdeki" bir gözlemci değişimimize şahit olacaktır.

Einstein'ın Lorentz-FitzGerald kısalmasına getirdiği yorum çok daha radikaldir. Ona göre, hareket halindeki trenin gözlemcilerinin kendileri de diğer uzay-zaman sistemlerinin içinde bulunurlar, öyle ki içinde bulunabileceğimiz "durgun" bir esir yoktur ve kimin kime göre hareket ettiğini söylemek de imkânsızdır. Dolayısıyla kimin kısaldığını veya yavaşladığını söylemek de imkânsızdır. Diğer herhangi bir gözlemci, diğer yolcuların, kendi referans sistemleri içinde tuhaf değişimler geçiriyor göründüklerini söyleyebilir. (Bkz. İKİZLER PARADOKSU)

Varsayalım ki istasyonda yan yana duran iki trenden birinin içinde oturuyoruz. Aniden trenlerden biri hareket etmeye başladı. O bizim trenimiz mi yoksa öbür tren midir? Bunu anlayabilmemizin tek yolu zemine bakmaktır, ama Özel İzafiyette, durgun "zemin" yoktur.

Eğer ölçebileceğimiz tek şey "görünür" uzay ve zamansa, temelde bulunan "mutlak" bir uzay ve zamandan nasıl söz edebiliriz? Einstein, farklı referans sistemlerinde bulunan gözlemcilerin ne göreceklerinden söz edelim diyor. Hiçbir gözlemci diğerinden daha "doğru" olmayacaktır. Farklı yerlerde vuku bulan iki olay bir gözlemciye eşanlı görünürken başka bir referans sisteminde bulanan bir diğer gözlemciye ardıl görünebilir. Hiçbirimizin görüşü diğerinden daha doğru değildir. Hepsi görecelidir. Bizim baş başa kaldığımız şey, farklı gözlemciler tarafından farklı yollarla uzamsal ve zamansal yanlara bölünen değişmez, temel bir uzay-zamanın varlığıdır. Sadece ışık hızı herkese göre aynıdır.

Kuşkusuz her yerde ve zamanda mevcut olan Tanrı'nın sahip olduğu tanrısal bir bakış açısı vardır –bu tüm görüş açılarının soyut, dört boyutlu uzay-zaman tanımıdır–. Ama hiçbir insan bunu göremez. Bizler her zaman uzay-zamanın içindeyizdir. Yapabileceğimiz en iyi şey onu denklemlerle soyut bir biçimde tarif etmektir.

Özel İzafiyet, filozof Nietzsche'nin de belirttiği, "Bulunduğumuz köşeden asla her şeyi göremeyiz" sözünde saklı olan yeni bir paradigmayı öne sürmüştür. Bu teorem kültürel ve ahlaki

izafıyetçiliği onaylamak için bir analoji olarak kullanılmıştır. (Bkz. PERSPEKTİF VE ETKİLEŞİM; İZAFİYET VE İZAFİYETÇİLİK) Dahası, YEREL OLMAMA, olayların, sinyal göndermeseler de ışık hızından daha hızlı bir şekilde bağlılaşık olabileceğini göstermektedir. Bu noktada daha derin bir bakış açısına ihtiyacımız olduğu ortadadır.

PARALEL İŞLEM
Bkz. SİNİRSEL ŞEBEKELER

PENROSE VE HESAPLANAMAZLIK

Genel İzafiyetin fizik ve matematiği üzerine çarpıcı çalışmalar yapmış Roger Penrose, son yıllarda bilinç sorunu üzerine eğilmiştir. ZİHİNLE İLGİLİ KUANTUM TEOREMLERİ'nin önde gelen kuramcılarından biridir. Ancak en önemli savı, insan düşüncesinin hesaplanamaz bir unsura –yani, prensipte bir bilgisayar tarafından benzerinin yapılamayacağı ve kopyalanamayacağı bir niteliğe– sahip olduğu savıdır.

Penrose, savını, Kurt Gödel'in 1931'de ortaya attığı meşhur teoremine dayandırmaktadır. GÖDEL TEOREMİ, herhangi bir formel matematiksel ilkeler sistemi her zaman eksik olacaktır çünkü her zaman onların elde edemediği doğrular bulunacaktır, der. O, ilkeler sistemi oluşturmak için bir sistem görüşü geliştirmekte ve bu görüş ilkelerin içinde asla bulunmamaktadır. Penrose, bunun, bir bilgisayar, onun programı (ilkeler sistemi) ve onun programcısı (bizler) arasındaki ilişkinin doğru bir açıklaması olduğunu savunur. Bilgisayarın kendisi asla programının dışına çıkamaz ama biz çıkabiliriz.

Penrose'a göre, hiçbir bilgisayar yapmakta olduğu şeyi anlayamaz ve bu anlayış üzerine hareket edemez. Ama insanlar bunu yapabilir. Biz şeylerin anlamını kavrarız ve –körce kuralları (algoritmaları) takip etmek yerine– bu anlam üzerine hareket ederiz. İnsanlar bilinçlidir, makineler bilinçli değildir. Yaratıcı düşüncemizin hayati bir yanı bu yeteneklere dayanır. Hiçbir makine bizim yaptığımız şeyi yapamaz. Benzetim (simulasyon) ne kadar zekice olursa olsun, zeki bir kişi bir zihinle mi yoksa bir makineyle mi uğraştığını her zaman bilir.

Penrose, güçlü ve zayıf YZ'nin en güçlü muhaliflerinden biridir. (Bkz. YAPAY ZEKÂ) O, tüm düşünme biçimlerinin hesapsal, ilkelere bağlı düşünme (güçlü YZ) olduğu ve bir bilgisayarın herhangi bir insani düşünme biçimini taklit edebileceği (zayıf YZ) savma karşı çıkmaktadır. (Bkz. CHURCH-TURİNG TEZİ)

Penrose ayrıca kendini Platonist diye tanımlamaktadır. En azından matematikte, Tanrı'nın verdiği, bir tür zamansız ve bağımsız varlığa sahip bir saf idealar dünyası olduğuna inanmaktadır. Bu idealar dünyası orada, keşfedilmeyi beklemektedir ve matematikçiler görüşlerini belirttiklerinde, bu, her birinin oraya doğrudan erişimiyle mümkün olmaktadır. Penrose'a göre, bilinç idealar dünyası ile maddi gerçeklik arasında aracı bir role sahiptir. Onun projesi, bunu mümkün kılacak şekilde fiziği tanımlamaktır. O, bilincin, beyin üzerinde etkili olan KUANTUM KÜTLE ÇEKİMİ'nin etkilerine can alıcı şekilde bağlı olduğunu öne sürmektedir.

PERSPEKTİF VE ETKİLEŞİM

Yeni fizik, özellikle izafiyet teoremi ve kuantum fiziği, bir şeyi hangi perspektiften veya hangi bağlamda gözlemlediğimizin ve bizimle gözlemlediğimiz şey arasındaki etkileşimin hayati önemini vurgular. Bundan kaynaklanan doğruluk paradigması, keskin realizm ve izafiyetçiliğin eski görüşlerinin karşısında keskince durur.

Keskin realistler dünyanın bize göründüğü gibi olduğuna inanırlar. Ağaçlar ve binalar gibi nesneler, insanlar ve ayrıca muhtemelen mantıksal ve ahlaki doğruların soyut dünyası vardır. Bu nesnelere (veya idealara) bakan herkes –net ve hatasız bir şekilde baktıkları takdirde– aynı şeyi görür, Öte yandan, izafiyetçiler, gördüğümüz ya da inandığımız şeyin kültürümüz ve bireysel tecrübemiz tarafından koşullandırdığını savunurlar. Onunla, çatışan görüşler arasında karar verebileceğimiz nesnel bir standardın olmadığını söylerler.

İzafiyet teoremi ve kuantum mekaniği daha hassas bir doğruluk görüşü sunar. Her ikisi de nesnel bir gerçekliğin olduğunu, ama onun özelliklerinin insanın tecrübe dünyasının özelliklerinden çok farklı olduğunu savunur. Dünyamızdaki herhangi bir gözlemci, gözlemciyle çevre arasındaki etkileşimin uyandırdığı,

temel gerçekliğin bir yanını algılar. (Bkz. KATILIMCI EVREN.) ÖZEL İZAFİYET'te birleşik dört boyutlu bir uzay-zaman vardır. Bu uzay-zaman, gözlemcinin hareketine göre, onun tarafından ayrı uzay ve zamana bölünür. KUANTUM FİZİĞİ'nde nesnel gerçeklik, farklı potansiyellerin sonsuz bir dizilimini içeren, soyut Schrödinger denklemiyle tanımlanır. (Bkz. DALGA FONKSİYONU VE SCHRÖDİNGER DENKLEMİ)

Kuantum veya izafiyet gözlemcisinin fiilen ne görebileceği, onun temel gerçeklikle ("ölçümler"le) nasıl etkileşim kurduğuna veya deneysel düzeneğin bütünsel bağlamına bağlıdır. (Bkz. BAĞLAMSALCILIK) Dolayısıyla "gerçek" dünya, bir şeyi bulunduğumuz duruma bağlı olarak tecrübe ettiğimiz pek çok olası (ve kısmi) görüş açılarını içerir. Bu olası veya kısmi görüş açıları keyfi değildir. Onlar bütünün soyut yasalarıyla ilintilidir. Yeni bilimde değişmez bir tema olan, birlik içinde çeşitlilik vardır ve bu, sonuçta yirminci yüzyıl düşüncesinin büyük bir kısmı hakkında düşünmek için kullanılabilir. (Bkz. İZAFİYET VE İZAFİYETÇİLİK)

PLANCK SABİTİ

Planck sabiti, modern fizikte en önemli iki sabitten biridir, diğeri ise ışığın hızıdır.

Max Planck, kuantum fiziğinin ilk kurucu babalarından biridir. Onun ana katkısı, elektromanyetik ışımanın ayrı kuantalar içinde gerçekleştiği yönündeki teoremiyle, her bir kuantumun evrensel bir sabitle, her koşulda ve her referans noktasına göre aynı kalan fiziksel bir oran veya payla ilişkili olduğu yönündeki keşfiydi. Bugün, biz, kuantaları, herhangi bir periyodik veya dalgamsı süreçle, örneğin atomlardaki elektronların salınımları veya yörüngeleriyle ilişkilendiriyoruz.

Planck sabiti, bir parçacığın enerjisinin frekansına olan oranıdır. Matematiksel olarak bu şöyle yazılır: $h = E/f$; burada h sabiti simgeler. Dolayısıyla eğer bir parçacığın frekansı artarsa, enerjisi de artar. Frekansı azalırsa enerjisi de azalır ama Planck sabiti her zaman aynı kalır ve hep bir kuantuma eşittir.

h'nin sabitliği Doppler kayması olarak bilinen etkide ortaya çıkmaktadır. Bu bir tren düdüğünün, tren yanımızdan geçerken sesinin azalması olarak belirmektedir çünkü saniye başı-

na düşen titreşim azalmaktadır. Eğer bir fotonun bir referans düzleminde, örneğin dünyada, yol aldığını ele alacak olursak, diğer düzlemdeki bir seyir noktasına göre fotonun görünür rengi referans düzlemlerinin izafi hızlarına bağlı olacaktır. Referans düzlemleri birbirinden uzaklaşıyorsa algılanan renk daha kırmızı, birbirine yaklaşıyorsa daha mavi olacaktır. Algılanan frekans da aynı şekilde değişecektir. Ama Planck sabiti, rengin (enerjinin) frekansa oranı, hep aynı kalacak, diğer türlü izafi olacak bir dünyada sabit bir referans noktası sağlayacaktır. (Bkz. PERSPEKTİF VE ETKİLEŞİM; ÖZEL İZAFİYET)

PLANCK SÜRESİ

Planck dönemi evrenimizin yaşamındaki ilk 10^{-43} saniyedir. O gerçekte "zamandan önceki zaman" idi çünkü o zamanın yaratılmasından önceki dönemdi. Bu süre boyunca, tüm evren temel bir parçacıktan daha büyük değildi.

BÜYÜK PATLAMA'dan sonraki 10^{-36} saniyeden itibaren evrenin genişlemesini anlatan ŞİŞME TEOREMİ, daha önce ne vuku bulmuş olabileceğine bakmadan evrenin gelişimini çok iyi bir şekilde açıklar. Sonuçta önceki evrelerin gözlemsel kanıtını elde etme konusunda pek şanslı görünmüyoruz. Herhangi bir makul kuramsal tahmin, eksiksiz bir KUANTUM KÜTLE ÇEKİMİ teoremine dayanmalıdır ki böyle bir teoremden henüz yoksunuz. Yine de evrenin tarihindeki ilk anlar büyük bir felsefi ilgi alanı olarak kalmaktadır.

Bildiğimiz her şey Büyük Patlamadan 10^{-43} saniye sonra, yani Planck döneminden sonra başlamaktadır. Tam o anda bildiğimiz uzay-zaman, madde ve enerji (kuvvetler) yaratılmıştır. Dolayısıyla bizim zaman koordinatlarımız içinde, 10^{-43} saniyeden "önce" ne olduğunu sormanın bir anlamı yoktur. Yine de nedensellik açısından, Büyük Patlamadan hemen sonra veya ondan önce ne olduğunu sormak kaçınılmaz görünmektedir.

Bu ulaşılamaz "önce" hakkındaki tartışmalı düşüncemiz devirli Büyük Patlama teoremi içinde sunulmaktadır. Buna göre, evren dev bir nabız gibidir. O noktasal bir şekilde başlamış, büyük bir patlamadan genişlemiş ve sonunda Büyük Sıkışmaya uğramış, sonra o noktadan tekrar genişlemeye başlayarak süreç böylece sürüp gitmiştir. Bununla bağlantılı dallı evren teoremi ise, yeni

evrenlerin genişleyen bir evrenden sürekli koparak kendi Büyük Patlaması içinden doğduğunu öne sürmektedir. Tüm bu olasılıklar, evrendeki maddenin toplam yoğunluğunun her zaman aynı kaldığını savunan eski durağan-durum hipoteziyle bir şekilde ilintilidir. Başka bir yorum da fiziğin, evrenler arasında cereyan eden bir çeşit Darwinci evrim ile geliştiğini savunan astrofizikçi Lee Smolin'in görüşüdür. Yeni bir evren, mevcut evrendeki bir yıldızın kara deliğe (Bkz. KARA DELİKLER) çökmesi sonucunda yaratılır. Onun az miktarda farklı değerlerdeki fiziksel sabitlere sahip olduğu, böylece evrenin evrim geçirmesini sağladığı varsayılmaktadır. (Bkz. ANTROPİK İLKE)

Stephen Hawking de Planck dönemi sorununa çözüm olarak başka bir yolu önermektedir. Ona göre, evren, sonsuz sıcaklıkta yoğun bir tekillik olarak değil, yeryüzündeki Kuzey kutbu gibi bir çeşit "bulanıklılık" olarak başlamıştır. Eğer sonsuz tekillik sorununu hesaba katmazsak, şişme teoremini başlangıçtan itibaren uygulayabiliriz ancak bir şartla; Heisenberg bulanıklılığı, uzay-zamanın belirsiz lekelerini açıklamak için bir kuantum kütle çekimi teoremini gerekli kılmaktadır. Böyle bir teoremden henüz yoksunuz. Dolayısıyla, her ne kadar Hawking'in yaklaşımı, evrenin tüm geçmişini sınırlı fizik yasalarıyla tartışma imkânı sunsa da o pratikte test edilemezdir ve bu yüzden bilimden ziyade felsefe içermektedir.

Hawking'in teoreminin yeniden düzenlenmiş bir yorumu, evrenin "yokluk"tan yaratıldığını savunmaktadır. Söz konusu tez, evrenin kökeninin, sıfır toplam enerjinin kuantum dalgalanmasına dayandığını ileri sürmektedir. Şişme dönemi esnasında genişleme sonucunda açığa çıkarılan enerji, tam da bugünkü evrenin içindekilerin madde-enerjisine eşitti. Bu düşüncenin kendine özgü çekici yanları vardır, ama başlangıç evresi gerçekten "yokluk" olamaz. O sıfır toplam enerjiye sahip olabilir, ancak yine de dalgalanmanın gerçekleşebileceği bir kuantum alanının ve bu kuantum alanını yöneten fizik yasalarının var olmuş olması gerekir.

Tüm zorluklar düşünüldüğünde, ileri bir gerçek veya teoreme ihtiyaç duyan, evrenin kökeniyle ilgili bilimsel açıklamalar asla tam olamazlar. Bu çeşit tüm açıklamalar bir yerde geçersizleşmektedir. Bir noktada açıklamalarımız için felsefeye veya

ilahiyata baş vurmak zorunda kalamaz mıyız? Yoksa basitçe bazı varlıkları anlama kapasitemizi aştığını kabul mü etmeliyiz? (Bkz. HER ŞEYİN TEOREMLERİ)

PLAZMA

Plazma, yıldızların atmosferlerinde, yıldızlar arası uzayda, elektrik arklarında, nükleer füzyon araçlarında ve hidrojen bombalarında bulunur. Onlar, katılar, sıvılar ve gazlara karşılık "maddenin dördüncü hali" diye adlandırılır. Her ne kadar yeryüzünde onlar sadece yapay laboratuar koşullarında ortaya çıksa da evrendeki maddenin büyük çoğunluğu plazma hali içindedir.

Plazmanın içindeki sıcaklık, o derece yüksektir ki dış yörüngedeki elektronlar atomlardan ayrılırlar, birbirinin içine geçmiş artı yüklü çekirdek bulutlarıyla eksi yüklü elektronları terk ederler. Bu elektrik yüklerinden dolayı, plazmalar gazlardan çok farklı davranırlar. Gazın içindeki moleküller esasen serbesttir, yalnızca çarpıştıklarında komşularından etkilenirler. Plazma içindeki elektrik kuvvetleri uzun mesafelidir ve plazmanın davranışı üzerinde köklü bir etkiye sahiptirler.

Nükleer füzyonu geleceğin güç kaynağı olarak kontrol altına almaya çalışan bilim adamları, sıcak plazmaları kullanmaktadırlar. Döteryum (ağır hidrojen) çekirdekleri gibi iki çekirdeğin, doğal itme kuvvetlerini aşacak derecede güçlü çarpışmaları sonucunda nükleer füzyon gerçekleşir. Yeni bir atomu oluşturmak üzere birleşirler ve süreç içinde enerji açığa çıkarırlar. Bu füzyon tepkimeleri ancak plazma içinde aşırı yüksek sıcaklıklarda gerçekleşir. Nükleer füzyonu bir güç kaynağı olarak kullanmaktaki zorluk, yüksek sıcaklıktaki plazmayı füzyon tepkimesinin gerçekleşmesine yetecek sürede kapalı tutmaktır. Plazma elektrik yüküne sahip olduğu için, onu "manyetik şişe" –kaçmaya çalışan plazma parçacıklarının yönünü değiştiren, onları füzyon tepkimesinin gerçekleştiği bölgeye geri gönderen, özel bir şekilde biçimlendirilmiş bir manyetik alan– içinde saklamak bir çözümdür. (Bkz. SOĞUK FÜZYON)

1950'lerde, fizikçi David Bohm, bir metalin artı yüklü kafesinin içindeki serbest elektronların "gaz"ının, bir plazma gibi hareket ettiğini ileri sürmüştü. Bohm, plazmaları tarif etmek için onların ikili ortak ve bireysel doğalarını vurgulayan bir

model geliştirdi. İki elektron arasındaki elektrik kuvveti son derece uzun mesafelerde etkili olur ama plazma da elektrik yüklü parçacıklar, kendi yüklerinin etkilerini gizlemek için bir elektronun çevresinde kendilerini yeniden düzenlerler. Dolayısıyla, bir düzeyde, elektronlar komşularının sadece kısa-mesafeli ve gizli etkilerini hissederler ve serbest elektronlar veya bir gazın içindeki moleküller gibi davranırlar. Nitekim onların özgürlüğü, elektrik yüklerinin etkilerini gizlemek için gruplaşabilmeleri olgusundan doğmaktadır. Elektronlar sadece serbest bireyler olmakla kalmazlar, aynı zamanda bütünsel ortak davranışa –plazma titreşimi– katkıda bulunurlar. (Bkz. EŞEVRELİLİK)

Plazmaların biricik özellikleri, ortak tepki sayesinde serbest bireysel hareketin mümkün kılınmasından ve sonuçta pek çok serbest bireyin hareketiyle de ortak titreşimlerin mümkün kılınmasından kaynaklanmaktadır. Karmaşık düzenleri içinde plazmalar, bir insan topluluğuna benzerler. İnsan topluluğunda birey serbesttir fakat grubun tüm değerlerine uyar. O değerler de sonuçta serbest bireyler tarafından yaratılır.

PSİKODİNAMİK VE PSİKOTERAPİ

Psikodinamik, çekim ve itim kuvvetleri vasıtasıyla birbiriyle etkileşim kuran çeşitli psişik "bölümler" ya da katmanlar olduğunu savunan bir kişilik modelidir. Zıt kuvvetler, nevroz veya hastalık doğurabilen içsel çatışmalara yol açar. Psikoterapi bu çatışmaları çözme umuduyla onlar hakkında insanlarla konuşmak için geliştirilmiş bir metottur.

İlk psikodinamik model, Sigmund Freud tarafından ileri sürüldü. Freud, Newtoncu fizikten esinlenerek, modelini "hidrolik model" diye adlandırmıştı. Freud'un ilk çalışmalarında, psişe (psyche), bilinç ve bilinçdışı diye iki kısma ayrılmıştı. Daha sonra o, bilinçdışını id ve ego (ona eşlik eden süper egoyla birlikte) olarak ikiye ayırdı. Bunların her biri kısmen bilinçli veya bilinçdışı olabilirdi. Freud'dan sonra onun orijinal modelinin üzerinde çeşitli değişiklikler yapan yeni modeller ileri sürüldü; Carl Jung'un modelinden, Alfred Adler, Wilhelm Reich ve diğerlerine kadar. Ancak tüm bu modeller bazı ortak vasıflara sahiptir.

Hepsi, Freud'un id veya "birincil işleyiş" diye tanımladığı ilkel bir ruhsal sistemin var olduğunu kabul eder. Bunun bebeklikte

gelişen tek ruhsal sistem olduğu kabul edilmekte ve onun dinamiklerinin içgüdü ve bağlılık esasına göre işlediği düşünülmektedir. Bebeğin yiyeceğe karşı içgüdüsel bir ihtiyacı vardır ve bu ihtiyacı tatmin etmede veya yadsımada anneye (veya memeye) bağlıdır. Freud'un kendisi sadece içgüdüye yer verir: Cinsellik ve saldırganlık. Ancak diğer psikodinamik teorisyenler diğer pek çok motivasyon kaynağını bunlara dahil ederek yelpazeyi genişletmişlerdir. Hayvan araştırmacıları annelik içgüdüsü ve yerleşme gibi özellikleri de kabul ederken, insancıl ve transpersonel psikologlar sosyal ve ruhsal içdügüleri ve motivasyonları da ekledi̇ler. (Bkz. İNSANCIL PSİKOLOJİ, TRANSPERSONEL PSİKOLOJİ) Hepsi, psişenin içgüdüsel düzeyinin, kendi "mantık"ı olduğunu veya güdüler ve bağlanma ilkeleri kümesi olduğunu kabul etmektedir. Bunlar genelde bilinçdışıdır ama az ya da çok bilinç düzeyine çıkabilir.

İd veya birincil işleyiş, SİNİRSEL ŞEBEKELER'in dinamiklerine göre çalışan son bilgisayar tabanlı zihin modelleriyle şimdi başarılı bir şekilde açıklanabilmektedir. Sinirsel şebekeler beynin kendi sinirsel şebekelerine dayalı olarak modellendirilen elektronik işlem devreleridir.

Tüm psikodinamik modeller, psişenin daha bilinçli bir bölümünü de kabul ederler. Freud bu bölümü ego veya "ikincil işleyiş" diye adlandırmaktadır. Benliğin bu katmanı konuşmayı ve istemli davranışı kontrol eder ve aklın ilkelerine göre hareket eder. Son bilgisayar tabanlı zihin modellerinde, egonun rasyonel fonksiyonları FORMEL HESAPLAMA veya seri işlem diye adlandırılmaktadır. Seri işlem, beynin bire bir sinirsel yolları model alınarak geliştirilmiştir ve kişisel bilgisayarları programlamakta kullanılmaktadır. (Bkz. DÜŞÜNME.)

Freud ve bu örneği izleyen başkalarının görüşüne göre, bazı bilinçdışı fakat bilinçlilik potansiyeli taşıyan id materyalinin basitçe farkına varılmaz, diğer materyal aktif bir şekilde bilinçdışı tutulur çünkü ego onunla yüzleşmeyi acı verici bulur. Acı verici materyali görmezden gelmek için ego çeşitli savunma mekanizmaları kullanır; bastırma, mantığa bürüme veya fantezi kurma gibi. Bu savunmalardan geçici bir kazanç elde edilebilir ama uzun vadede kişi, sınırlandırılmış yetenekler, nevroz belirtileri veya uzun süre olgunlaşamama gibi örneklerle büyük bir bedel öder.

Bastırılmış materyal, rüyalarda, nevroz belirtilerinde, tepkisel davranışta ve ses tonu değişikliklerinde dolaylı yoldan belirebilir.

Freud'dan önce bilinçdışı motivasyonlara dair bir düşünce var idiyse de acı verici bilinçdışı materyale karşı aktif savunma mekanizmaları kavramı, onun, psikodinamik teoreme yaptığı en özgün katkısıdır. O, bu görüşüne, histeri yaşayan ve hipnoza tabi tuttuğu hastaları üzerinde çalışarak ulaşmıştır. Her iki durumda da normalde bilinçli olabilecek bir deneyim, psikolojik yollarla bilinç dışına atılabilmektedir. Freud, bu gözlemlerini genelleştirerek tüm ruhsal yaşama uygulamıştır.

Artık pek çok laboratuar deneyi Freud'un aktif savunma mekanizmaları teoremini doğrulamaktadır. Onlar yüceltilmiş (bilinçdışı) uyarımın davranışı etkileyebileceğini ve bilinçli olarak sezilmeyen hadiselerin kan basıncını artırdığını ve derinin direncini değiştirdiğini (ki bunlar her ikisi de duygu belirtileridir) göstermiştir. Başka deneyler de nahoş anıların hoş veya nötr anılara oranla daha çabuk unutulduğunu kanıtlamıştır. Ancak Freud'un cinsel içgüdülerin ve saldırganlık içgüdülerinin ve Oedipus kompleksine yol açan çocukluk deneyimlerinin asli önemine ilişkin daha spesifik görüşleri, deneysel araştırmalar ile kanıtlanmamıştır. Görünüşe bakılırsa insani motivasyon ve öğrenme, son dönem çeşitli psikodinamik modellerin ileri sürdüğü gibi karmaşık ve çok boyutludur.

Psikoterapi herhangi bir psikodinamik modeli veya birden fazlasını kullanabilir; zaten onun kuramsal temeli de birçok modele dayanmaktadır. Psikoterapilerin sayısı –son kertede 250 den fazlaydı– psikodinamik modellerden fazladır ama onların tümü bir kişiyle kendi çatışmaları hakkında etraflıca konuşulabilir inancını paylaşırlar. Klasik Freudian veya Kleinian analiz, hastanın günlük seanslara yıllarca katılmasını ister. Öte yandan antidepresanlar ve trankilizanlar gibi psikiyatrik ilaçlardaki devrim, şimdi güçlü rekabet sunmaktadır.

Bilinçdışı materyaline karşı geliştirilen savunmaların tedavisinde kullanılan klasik psikoterapi metodu, hastayı "serbest çağrışım"a –düşüncelerinin birbirini izlemesine– teşvik eder. Bundan yola çıkan terapist, hastanın –diğer insanlar, rüyalarda gördükleri veya terapistle ilgili– düşüncelerindeki ve duygularındaki kopuklukları ve sapmaları kavrar ("aktarım"). Terapist,

hastayı, içgörüye yöneltme amaçlı bir usulle bu kopukluklar hakkında "yorum" yapar.

Araştırmalar psikoterapinin bazı kişiler için faydalı bir uygulama olduğunu ama asla tam bir tedavi olmadığını göstermektedir. Sonuç, hastanın iyileşme yönündeki kararlılığına, kişilik, duyarlılık ve terapistin ilgi derecesine olduğu kadar tedavide başvurulan teoremin türüne de bağlıdır. Bazı terapistler iyi sonuçlar alırken diğerleri hastalarını daha da kötü yapmaktadırlar.

Her zaman hastasından daha iyi bilen otoriter Freudian analizci, artık iyice gözden düşen bir kişi olmuştur. Hasta ile terapist arasındaki diyaloğa dayalı daha ikili terapik süreç ise insancıl psikolojide giderek daha fazla kullanılmaktadır. Çok sayıda danışman ve eklektik terapist, çeşitli terapi türlerinden, insancıl ve transpersonel psikolojilerden aldığı metotları birleştirerek kullanmaktadır. Hepsi son derece benzer sonuçlar vermektedir.

Psişenin bölümlerinin, işlevlerini yapıp davranışı etkilemeye devam ederken ego bilincinden ayrılabileceği yönündeki psikodinamik keşif, kişisel kimlik ve bilinçle ilgili bazı felsefi düşünceler açısından sorunlar doğurmuştur. (BİR BİLİNÇ BİLİMİNE DOĞRU) Bazı felsefi (ve dini) modellerde olduğu gibi, benliğin birleşik, noktasal ruh veya psişe olduğu durumları nasıl açıklayacağız? Psikodinamiği belli beyin fonksiyonlarıyla ve yeni keşfedilen çeşitli sinirsel işlemlerle tanımlamak daha anlamlı görünmektedir. (Bkz. AYRIK BEYİN OLGULARI)

PSİKİYATRİ

Psikiyatri, öncelikle ruhsal hastalıkların fiziksel nedenleri ve onların fiziksel metotlarla tedavi edilmesiyle ilgilenen, ehliyetli doktorların çalışma sahasını oluşturan bir tıp dalıdır. Psikiyatri, katıksız bilimde bir alan olan psikoloji ve insanlara analiz ve konuşma yoluyla yardım etmeye çalışan psikoterapiden farklıdır. (Bkz. PSİKODİNAMİK VE PSİKOTERAPİ; 20.YÜZYILDA PSİKOLOJİ)

Eski Yunanlılar, bazı kişilerin cinnet veya depresyondan muzdarip olduklarının farkındaydı. Onlar bunu genelde tanrıların veya kötü ruhların kişiyi ele geçirmesine bağlıyorlar ve doğru tedavinin ibadet, bir ritüele veya fiziksel inzivaya yönelme olduğunu düşünüyorlardı.

Yunanlı Doktor Hipokrat, ruhsal hastalıkların beyin bozuklukları olduğunu, dinlenme sükûnet veya bitkisel ilaçlarla tedavi edilmesi gerektiği yönünde oldukça modern bir iddiayı savunuyordu. Geçen yüzyıla kadar bu hususlarda kayda değer bir kuramsal ilerleme sağlanmadı.

20. yüzyılda tıp bilgisindeki büyük gelişme, bazı ruh hastalıklarının apaçık fiziksel nedenlere sahip olduğunu kanıtladı. Beyin hasarları, Alhzeimer hastalığı, epilepsi, zihinsel gerilik ve tiroit bezinin çalışmamasından kaynaklanan zihinsel uyuşukluk, hepsi fiziksel nedenlere sahiptir. Diğer durumlar –şizofreni, paranoya, ciddi mani ve depresyon türleri, uyuşturucu veya alkole bağımlılık eğilimi– kuşkusuz fiziksel bir bileşene sahiptir. Farklı ortamlarda yetiştirilmiş tek yumurta ikizleri üzerinde yapılan çalışmalar bunu kanıtlamaktadır. Tüm bu bozukluklarda, kalıtımsal bir eğilim, hastalığın açığa çıkacağını garanti etmez. Çevre, yaşam tarzı ve hatta tavır veya irade gibi belirsiz bir unsurun dahi bunda rol oynadığı bilinmektedir.

Psikiyatrinin bir bilim olup olmadığını soracak olursak, fiziksel ve daha genel faktörlerin birlikteliğini hesaba katmamız gerekir. Çoğu psikiyatrik hastalıkta fiziksel tedavi, cevabın sadece bir parçasını oluşturur. Bazı depresyon biçimlerinde başarılı olan, ama genelde ilave tedbirlere gerek duyan antidepresanlar bunu açıkça doğrulamaktadır.

Kabaca nüfusun % l'i, ciddi "klinik depresyon" –yani aşikâr bir duygusal nedeni olmayan periyodik depresyon– dan muzdariptir. Bu genelde antidepresanlarla başarılı bir şekilde tedavi edilirken, aynı ilaçlar matem, bozulan ilişkiler ya da iş başarısızlığından kaynaklanan depresyon üzerinde pek etkili değillerdir. Bu durumlarda, danışmanlık (veya psikoterapi), duygudaş bir arkadaşın ilgisi veya iyi bir tatil daha çok işe yarar.

Başarılı bazı psikiyatrik tedaviler ilgili beyin sistemlerini etkileyen ilaçlara bağlı olsa da, yeni tedaviler geliştirmek için doğrudan araştırma yapma noktasında, beyin hakkındaki bilgimiz çok yetersiz kalmaktadır. Mevcut çoğu tedavi şans eseri bulunmuştur. Ciddi anlamda depresyon geçiren bazı kişilere yardımcı olan ECT (elektro-şok terapisi), başlangıçta şizofreniyi tedavi etmede kullanılmıştı. İlk antidepresan ilacın, tüberküloza karşı bir antibiyotik olduğu düşünülüyordu; şans eseri klinik

depresyonun tedavisine yardım ettiği keşfedildi. İlk antişizofrenik ilaç, saman nezlesinin ilacı olarak geliştirilmişti.

RENK NEDİR?

Niçin dünyamız sadece siyah ve beyazın ya da grinin değişik tonlarının değil de pek çok rengin zengin bir tablosudur? Rengin kökeni ve gerçek mekaniği nedir? Klasik fizik asla yapamamışken kuantum fiziği rengi niçin açıklayabilmektedir?

Rengin hikâyesi, aslında atomun yapısının ve atomun içinde elektron enerjilerinin nasıl dağıldığının ve dengelendiğinin hikâyesidir. 1900'lerin başında, atomun artı yüklü bir çekirdekle ona elektrik kuvvetleri yoluyla bağlı eksi yüklü elektronlardan oluştuğu kabul ediliyordu. Atomun temsil ettiği kimyasal elementin çeşidini belirleyen elektron sayısı, tek elektronlu hidrojenden 92 elektronlu uranyuma kadar değişir. Bazı yapay elementlerin atomları daha fazla elektrona sahiptir. Kimyasal bağlar farklı atomların elektronları arasındaki etkileşimlere bağlıdır.

Bir atom, ısı ve buharlaşan elementten elektrik kıvılcımları geçmesi yoluyla uyarıldığında görünür ya da kızılötesi ışık –şehri aydınlatan sodyum buharının sarı parıltısı veya havai fişeklerin parlak ve değişik renkleri– yayar. Bu saçılan ışık her zaman belirli bir dalga boyuna sahiptir ve tayf çizgileri olarak bilinen değişik dalga boyu türlerinin her bir kimyasal elementle bağlantısı vardır. Fizikçiler, ışığın bu karakteristik dalga boylarının yayılmasının sebebini, atomlardaki elektronların yüksek enerji "düzeylerine" bir anlamda "atılması" olarak görürler. Daha sonra onlar kararlı hale döndüklerinde eski enerji düzeylerine "düşerler". Yüksek bir enerji düzeyinden alçak bir enerji düzeyine düşüşleri sırasında ışık fotonu saçtıkları kabul edilmiştir.

1913'de Niels Bohr, meşhur güneş sistemine benzeyen atom modelini sundu: Çekirdek güneş gibi ortada duruyor ve elektronlar gezegenler gibi onun etrafında dolanıyorlardı. Fizikçiler rengi, Bohr atomundaki çeşitli elektron yörüngeleriyle elektronların tırmandığı enerji düzeyleriyle açıklama çabası içine girdiler. Elektron bir yörüngeden çekirdeğe yakın başka bir yörüngeye düştüğü için foton saçılıyordu.

Ama bu pek çok soruyu cevapsız bırakmıştı. Örneğin, niçin atomda sadece belli olası yörüngeler mevcuttu? Eğer onların bir

sayısı olsaydı, saçılan farklı enerjiler (renkler) olmayacak, her şey siyah-beyaz ya da gri olacaktı çünkü tüm renkler karışıp birbirlerini ortadan kaldıracaktı. Niçin herhangi bir atomun tüm elektronları en düşük enerji yörüngesine düşmüyordu? Niçin onlar farklı yörüngelere dağılmışlardı?

Bu soruların cevabını kuantum mekaniği verecekti. Bohr, elektronların belirli yörüngelerle sınırlandırıldığını çünkü onların "kuantize" –yani her bir yörüngenin belirli bir enerji düzeyiyle ilişkili– olduğunu göstermişti. 1920'lerin ortalarında, Wolfgang Pauli'nin dışarlama ilkesi, her bir elektron yörüngesinin, sadece belirli sayıda (2) elektrona izin verdiğini kanıtladı. Schrödinger denkleminin matematiği, niçin sonsuz değil de sadece belirli sayıda elektron yörüngelerinin mümkün olduğu sırrını açıklamıştır. (Bkz. DALGA FONKSİYONU VE SCHRÖDİNGER DENKLEMİ)

Elektron yörüngelerinin neden kuantize olduklarına ilişkin sezgisel bir fikre, elektronların tüm madde gibi, hem dalga hem de parçacık özelliğine sahip olduğunu hatırlayarak ulaşabiliriz. Bir parçacık olduğu düşünülürse, bir elektron bir yörüngeden diğerine atılabilir. Fakat onun bir dalga olduğu kabul edilirse, herhangi bir elektron yörüngesi, çekirdeğin etrafındaki bir halkada dönen bir dalga modeli olacaktır; tıpkı kendi kuyruğunu ısıran bir yılan gibi. Kararlı bir dalga türü kendisiyle birleşecektir; "başı" ve "kuyruğu" aynı hareket evresi içinde olacaktır. Böylece her evrede tam sayıda dalgalar olacak, kesirsiz tam daireler yer alacaktır.

Atomun içyapısıyla ilgili sayısal hesaplamalar mümkün olduğunda, yörüngelerin, her bir elementle bağlantılı olarak gözlemlenen tayf çizgilerini (renk çizgilerini) açıklayan yörüngeler olduğu anlaşıldı. Bu kuantum mekaniği ve onun dalga/parçacık ikiliği için bir zaferdi. (Bkz. BOZONLAR, FERMİYONLAR)

REZONANS

Rezonans, iki yapı uyumlu, eşevreli bir şekilde salındığı zaman gerçekleşir. Bir çatala düzenli aralıklarla vurup salındırdığınızda, aynı masadaki benzer çatal da salınmaya başlar. Rezonans halindeki o iki çatal arasında sürekli enerji alış verişi gerçekleşir. Eğer akordu ayarlayan cihazın içindeki devrenin frekansı gelen

sinyalle rezonans içindeyse, radyodan gelen müziğin sesi yüksek ve net olur. Uygun adımlarla asma bir köprüden geçen askerlerin uyumlu yürüyüşü, köprünün doğal salınımlarıyla rezonans hali içinde bulunursa bozulur. Bu vuku bulduğunda, kontrolsüz bir şekilde salınmaya başlayacak olan köprü enerjiyi hemen soğurur.

Bir rezonans türü de kuantum dünyasında gerçekleşir. Yapılarında üç tane çift bağlı benzen bulunduran moleküller eşit enerjiye sahip iki ayrı formda bulunurlar. Kuantum teoremi, böyle bir molekül tekinin her iki formun bir süper pozisyonu (üst üste gelme) olarak var olduğunu belirtmektedir. Molekülün rezonans hali içinde bulunduğu söylenir. Yapısındaki formların her ikisinden de daha az miktarda bir enerjiye sahiptir.

Tek protonlu hidrojen atomunun çekirdeği, minik bir mıknatıs gibi hareket eder. Manyetik alana maruz kaldığında, çekirdek bir top gibi döner. Bu dönüşün enerjisiyle tamamen uyumlu olan zayıf bir radyo dalgası, çekirdeğin rezonans sayesinde enerji soğurmasını veya vermesini, böylece farklı bir enerji durumuna geçmesini sağlar. Bu nükleer manyetik rezonans diye adlandırılır. Hidrojen atomunun rezonans frekansı, onun kimyasal ortamına karşı çok duyarlı olduğu için, nükleer manyetik rezonans, katılar ve sıvılar hakkında önemli bilgiler sağlayan bir kimyasal analiz örneği olarak kullanılabilir. Manyetik rezonans, görüntüleme (MRI) adı altında hastanelerde bir teşhis aracı olarak kullanılmaktadır.

Rezonans, mikrodalga fırında da rastlanan bir olgudur. Fırında, yiyecekteki su moleküllerinin salınımıyla rezonans kurmak için, ışıma, tam doğru frekansta üretilir. Moleküller enerjiyi soğurur, uyarımlarını artırır ve yiyeceği pişirirler.

Mikrodalga fırınlar ve manyetik rezonans görüntüleme, iyonlaştırmayan ışıma diye adlandırılan bir olguyu içerir. Bu ışımanın frekansı öylesine küçüktür ki, atomlardan elektron sökemez. X-ışınları ve iyonlaştıran ışıma diye adlandırılan nükleer ışıma yeterince güçlü ise hücre hasarına yol açabilir.

Mikrodalga ve manyetik rezonans görüntülemenin radyoaktiviteyle bir ilişkisi yoktur. Lambadan gelen ışık gibi, bir fırındaki mikrodalga ışıma, yemek pişirme süresi tamamlandığında veya kapı açıldığında otomatik olarak kapanır ve böylece artan ışıma fırında kalır.

SAÇAKLI MANTIK

Saçaklı mantık batı kültürünün geleneksel mantığına meydan okuyan yeni bir düşünme modeli sunar. O belirsizlik ve "gri alanlar"la başa çıkmak için tasarlanmıştır ve bilhassa, geç 20. yüzyıl biliminin kavramsal ve teknolojik gelişmelerine uygunluk gösterir.

Batı mantığı Aristo ile başlar ve matematiğin kesin kategorileri ve düşünme biçimi üzerinde modellenir. Matematikte, 2 artı 2, 4'e eşittir; asla 4,5 ya da 5'e değil. Mantıkta, A ya A'dır ya da A değildir; hem A hem de A'nın değili asla olamaz. Bu, ne çelişki ne de gri alan kabul eden bir ya hep ya hiç mantığı olagelmiştir. Günlük hayatımızda Aristocu mantık, kesin yargıların temelini oluşturur. O, klasik fiziğin ya/ya da kalıbındaki düşünme biçiminin de temelidir: Işık ya dalgadır ya da parçacık; bir cisim ya buradadır ya da orada; kediler ya ölüdür ya da diri. (Bkz. ÖNSÖZ.) Bilgisayar kültürümüz içinde Aristocu mantık, 0 ve 1'den oluşan siyah-beyaz ikili dizgilere sahip yüksek hızlı dijital bilgisayarların simgesi olarak yerini almıştır.

20. yüzyılın başlamasıyla birlikte, hem genel kültür hem de bilimdeki yaratıcı sınır basitlik ve kesinlikten uzaklaştı. Einstein'in eylemsiz referans sistemleri, pek çok bakış açısının bulunduğunu vurguladı ve HEİSENBERG BELİRSİZLİK İLKESİ, belirsizliği ve kısmi doğruluğu öne çıkardı. Klasik fizik ve onun Aristocu mantığı açısından bakıldığında, yeni fizik pek bir anlam ifade etmez. Açıkça işlese de o, "saçma" diye damgalanır. Saçaklı mantık, kuantum fiziğinin kullandığı "ve/ve de", "biraz ondan biraz bundan" mantığına daha çok uyan kavramsal bir şema elde etmeye yönelik bir çabadır. Ayrıca o, tipik biçimde doğulu düşünme tarzlarına kulak verir.

Budizm ve doğu mistisizmi gibi, saçaklı mantık da çelişkilere aşinadır. O, siyah ile beyaz arasındaki tüm gri alanları ve dereceleri vurgulayan bir mantıktır. O, 0 ile 1 arasındaki ihtimaller ve neredeyse yaratıcılığa temas eden bir şeyle onlara yanıt vermek için yeni "paralel" bilgisayar türünün nasıl programlanabileceğiyle ilintilidir. (Bkz. SİNİRSEL ŞEBEKELER)

Saçaklı mantığın önde gelen savunucularından matematikçi Bart Kosko, bir elmaya gönderme yaparak bu düşünme biçiminin esasını açıklamaktadır. Bir Aristocu bir meyveye bakarak

onun elma olup olmadığını söyler. Ama meyveden bir ısırık alırsak ne olur? O hâlâ elma mıdır? Bir parça daha alırız, bir tane daha, ta ki geriye hiçbir şey kalmayana kadar. Bir noktada elma bir şeyden başka bir şeye, bir elmadan elma olmayan bir şeye dönüşür. Bu sınır çizgisini nereye çizeceğiz? Yarım elmayı ya hep ya da hiç ayrımlarıyla nasıl ele alacağız?

Yarım elma "saçaklı" bir elmadır saçaklı teknolojiyi anlamanın bir anahtarıdır. Varsayalım ki mühendisler, farklı aralıklarda kırmızıdan yeşile geçecek şekilde kendini ayarlayabilen zeki bir trafik lambası yapmak istiyorlar. Dijital bir bilgisayarın ikili (0 ve 1) sistemle çalışması bu işi yerine getirmekte çok yetersiz kalır. Fakat trafik lambalarının kendilerini sürekli yeniden ayarlamalarına imkân tanıyan saçaklı çipler icat edilmiştir. Ayrıca onlar metro kontrol sistemlerini, çamaşır makinelerinin yük alıcılarını, televizyonların kontrast düğmelerini ve bir sürü diğer "zeki" makineleri de hassas bir şekilde ayarlarlar. İlk kez Japonlar onların geniş potansiyelinin farkına varmıştır.

Saçaklı çipler ve makine devreleri, her bir nöronun sayıları 10.000'e kadar varan diğer nöronlara karışık bir biçimde bağlı olduğu, beynin kendi sinirsel ağlarına göre modellendirilmiştir. Beynin bu devreleri gibi saçaklı çipler de işlem boyunca öğrenirler; değişen veri girdisine göre kendilerini sürekli yeniden ayarlarlar.

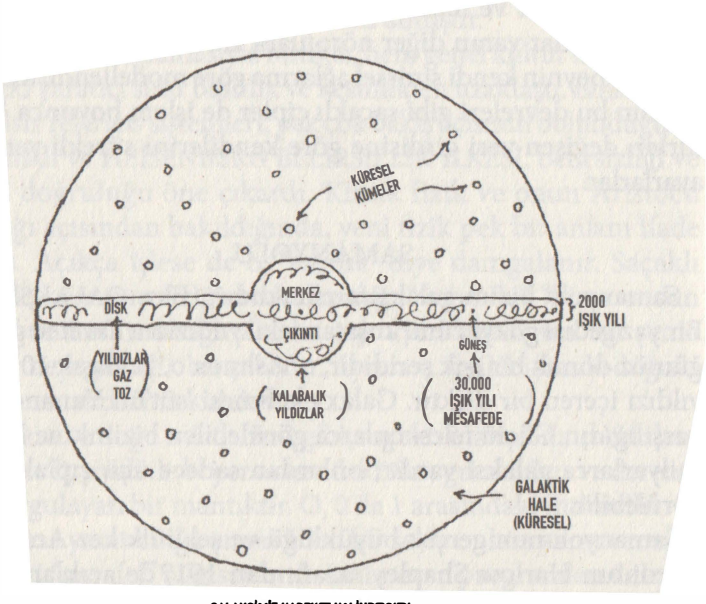
SAMANYOLU

Samanyolu bizim galaksimizin adıdır. (Bkz. GALAKSİLER.) Bir yaz gecesi gökyüzünü kuşatan tekil yıldızlara ilaveten gördüğümüz donuk bir ışık şerididir, o. Aslında o, yaklaşık 10^{11} tane yıldızı içeren bir disktir. Galaxy kelimesi 'süt'ün Yunanca'daki karşılığıdır. Güçlü teleskoplarca görülebilen bizimkine benzer milyarlarca galaksi vardır; onlardan sadece üçü çıplak gözle görülebilir.

Samanyolunun gerçek büyüklüğü ve şekli ilk kez Amerikalı astronom Harlow Shapley tarafından 1917'de açıklanmıştır. Önceki tahminler büyük yıldızlar arası toz bulutları nedeniyle doğru çıkmamıştı. Optik teleskoplar Samanyolunun merkezini göremezler, o, radyo veya X-ışını astronomisi ile görülebilir. Shapley farklı bir yaklaşım geliştirdi. Galaksimiz ana diskin

dışında yaklaşık 200 küresel yıldız kümesini barındırır. Bunların mesafesini hesaplamak için kullanılan, Cepheid değişkenleri adında özel bir yıldız sınıfına dayanan bir metotla Shapley, onların bir küre içinde dağıldığını bulmuştu. Kürenin merkezi galaksimizin de merkezidir.

Samanyolu üç ana bileşenden oluşmaktadır. Merkezdeki çıkıntı eski ve yeni sık aralıklı yıldızlardan oluşmaktadır. Merkezin etrafında dönen disk daha yeni yıldızlar ile gaz ve tozu içerir. Hale, başlıca, her birinin yaklaşık 10^6 tane eski yıldızı içerdiği küresel yıldız kümelerini barındırır. Tüm galaksi devasa, küresel bir gaz bulutunun yaklaşık 10^{10} yıl önce "öz kütle çekimi" (kendi kendini çekmesi) ile yoğunlaşarak oluştuğu düşünülmektedir. O, ilkin küresel kümeleri oluşturan küçük düzensizlikler etrafında yoğunlaşmıştır. Disk başlangıçtaki bulutun dönüşünü düzenler. Merkezdeki çıkıntıda bulunan yıldızlar çok kalabalıktır ve çekirdeğin etrafındaki düzensiz düzlemlerde yer alan yörüngelerde hareket ederler.



GALAKSİMİZ HAREKET HALİNDEYKEN

Samanyolundaki yıldızların çoğu birbirinden birkaç ışık yılı mesafede konumlanmıştır, birbirlerinin etrafında dönen çift

yıldızlar hariç. Dolayısıyla yakın temaslar çok nadirdir ve her yıldız, öncelikle tüm galaksinin toplam ortalama kütleçekimini karşılık verir. Güneş ve gezegenler gibi, Samanyolu diskinin iç bölgeleri merkezden gelen büyük kütle çekimini dengelemek için dış bölgelerden daha hızlı dönerler. Güneş galaksinin merkezi etrafındaki bir dönüşünü yaklaşık 240 milyon yılda tamamlar.

Galaksinin merkezi etrafında yer alan yörüngede hareket eden bir yıldızın hızı, kütle çekimine bağlıdır. Kütle çekimi yıldızın düz bir hattan çıkma eğilimini, yani merkezkaç kuvvetini dengeler. Eğer yıldızın galaksinin merkezine olan uzaklığını bilirsek, bu kütle çekimini sergilemek için yörüngede bulunması gereken kütlenin miktarını da hesaplayabiliriz. Gerçek şu ki görünür yıldızlar, gaz ve toz bulutları formunda gözlemlenen kütle, gerekli kütle çekiminin sadece yarısını oluşturmaktadır. Galaksi kümeleri için aradaki fark on katına çıkmaktadır. Bu yüzden aradaki farkı kapatmak için galaksimizde ve diğer galaksilerde bir çeşit KARANLIK MADDE (görünmez madde) bulunmalıdır. Bu maddenin ne olabileceği konusunda çeşitli tahminler yürütülmektedir.

Samanyolundaki çoğu yıldızlar güneşten daha donuktur. Galaksinin ışığının çoğu nispeten az sayıdaki ağır, parlak yıldızlar tarafından üretilir. Uzayda görebildiğimiz diğer pek çok galaksi gibi bizim galaksimizin de spiral şeklinde olduğu düşünülmektedir. Merkezinde diğer galaksilerde de gördüğümüz aktif, yüksek enerjili bir çekirdek yer almaktadır. Bu nispeten küçük ve belki de güneşin kütlesinin 10^6 katında bir kara delik olabilir. (Bkz. KARA DELİKLER) Toz çekirdeğin optik olarak gözlemlenmesine engel olmaktadır fakat onu diğer pek çok dalgaboyunda –radyo, kızılötesi, X-ışınları ve gama ışınlarının dalgaboylarında– gözlemlemek mümkündür.

SANAL GEÇİŞLER

Sanal geçiş, bir imkânsızlığın zamanla devinimidir, bir kuantum olayının yapabileceği gibi, gayri meşru bir şekilde "geleceğe dokunmak"tır. Sanal geçişler kuantum dünyasının Sinderalla'larıdır. Onlar gerçekliğin yasaklı ve imkânsız alanlarına yolculuk edebilirler ama faytonları balkabağına dönmeden önce geri dönmek zorundadırlar.

Fizikteki "gerçek" veya "gerçekten mümkün" süreçler enerji ve momentumun korunduğu süreçlerdir. Sanal süreçlerde doğanın bu temel sınırlaması kısa bir süre için bozulur. Sanal bir foton veya sanal bir elektron gibi sanal bir parçacık, KUANTUM TÜNELLEMESİ'nde olduğu gibi bir enerji sınırından geçerek diğer tarafta belirebilir. Örneğin, radyoaktif bozunmada, çekirdeğin çekim kuvvetleri öylesine güçlüdür ki hiçbir şey ondan kaçamaz, yine de alfa ve beta parçacıkları gibi cisimler çekirdeğin enerji sınırından sanal bir geçiş yaparak dışarı çıkarlar.

Diğer sanal geçişler yüksek enerjili parçacık fiziğinde gerçekleşir. İki parçacığın çarpışıp birbirini karşılıklı olarak yok etmesi sanal ara durumlar doğurur, daha sonra bu durumlar enerji ve momentum içeren başka gerçek parçacıklara dönüşür hemen. Bu durumlarda toplam sürecin gerçekleşme olasılığı sanal yolların varlığına ve sayısına bağlıdır.

David Bohm'a göre, sanal geçişler tanımlaması yanlıştır çünkü onlar illüzyon değildir. Gerçek etkilere sahiptir. Sadece olasılık olsalar da, kuantum olasılıkları kendine özgü bir varoluşsal gerçekliğe sahiptir. Evrilirler ve birbirleriyle ve çevreyle etkileşim kurarlar. Bohm, onları biyolojide muhtemel "eksik zincirler", doğanın evriminin seyri içinde gerçekleşen denemeler ile kıyaslar, her ne kadar onların kendileri ayakta kalmasalar da yeni türlerin oluşmasına yol açabilirler. Onları ayrıca insanın hayal gücüyle de kıyaslayabiliriz. Örnek bir duruma ilişkin sınırsız sayıda gelecek senaryosu tasavvur edebiliriz, o senaryoların bazısı bütünüyle "delice" çağrışımlar olabilir. Bunlar "gerçekdışı" olsa da karakterimizin veya davranışımızın değişmesi üzerinde etkili olabilir.

Başka bir sanal geçişler dizisi de, mevcut olan her şeyin ondan meydana geldiği temel imkân denizi, KUANTUM VAKUMU'nun "yüzeyinde" daima gerçekleşir. Parçacıklar ancak bunu yapmaya yetecek kadar enerjileri varsa vakumdan varlık sahasına çıkabilirler, ama SANAL PARÇACIKLAR ortadan kaybolmadan önce kısa bir süreliğine de olsa sürekli varlık sahasına çıkarlar. İmkân sınırında biriken bir olasılıklar bulutuna benzerler. Ve her ne kadar "gerçekdışı" olsalar da varlıkları tüm maddi varlıklar üzerinde gizli bir etkide bulunur. Bu etkiyi hassas araçlarla fiilen ölçmek mümkündür ve Casimir etkisi diye adlandırılır.

Sanal parçacıklar, diğer gerçek parçacıklardan çarpışma yoluyla enerji "çaldıklarında" gerçek olabilir ve gerçeklik tarafında yer alabilirler. Bu gerçekleştiğinde, "soyulan" parçacık vakuma dönerek ortadan kaybolabilir. Bu durumda, sanal parçacıklar, kendilerinin gereksinim duyduğu enerjiye sahip olanların kanlarını emen kuantum vampirleri gibi davranırlar.

Bir kuantum cisminin sanal geçişlerinin amacı, en iyisini bulma gayesiyle olası tüm gelecekleri araştırmaktır. Genelde en iyisi en yüksek ihtimale sahip olandır. Cisim ihtimalleri yeterince test ettikten sonra, "gerçek" bir olay meydana gelir. Bir elektronun hususi bir yolla belli bir menzile vardığı görülür ve o noktada olası diğer tüm yollar ortadan kaybolur (Bkz. DALGA FONKSİYONUN ÇÖKÜŞÜ) ama bazen arkalarında bir etki bırakarak. Fizikçi Richard Feymann süreci şöyle ifade eder: "Elektron hoşuna giden herhangi bir şeyi yapar. Zamanda ileri veya geri olarak herhangi bir hızla herhangi bir yönde, nasıl istiyorsa öyle gider ve sonra sen büyüklükleri (bu sanal yolların sahip olduğu) toplarsın ve bu sana dalga fonksiyonunu verir." (Bkz. DALGA FONKSİYONU VE SCHRÖDİNGER DENKLEMİ)

Kuantum sistemlerinin çok hızlı değişmesinin nedeni işte bu ani sanal geçişlerdir. Her ihtimali tek tek denemek yerine, tüm ihtimalleri bir kerede denerler. (Bkz. BİR KUANTUM AŞÜFTESİ.) Bazı matematikçiler, olası tüm seçenekleri seri olarak değil de bir kerede değerlendirecek, süper hızlı kuantum bilgisayarlarında onları kullanacak bir teknolojinin geliştirilebileceğine inanmaktadırlar.

SANAL PARÇACIKLAR

Sanal parçacıklar asla tam olarak varlık kazanmayan temel parçacıklardır. Günlük hayatımızda, bir nesne uzayda belli konum içinde yer edinir ve tanımlanır. Enerjinin, vakum alanından ödünç alınıp geri ödenebildiği temel parçacıklar dünyasında durum farklıdır. Bu yolla, bazen geçici sanal parçacıklar meydana getirmek için yeterli miktarda enerji ödünç alınabilir. Doğrudan gözlemlenmese de onlar, muhtemel KUANTUM TÜNELLEMESİ ve diğer etkilerde bulunurlar.

Bir elektronun konumunu saptamaya ne kadar çok uğraşırsanız onun momentumu o kadar belirsizleşir. Buna benzer bir

şey bazen zaman ve enerjiyle vuku bulur. Temel bir parçacığı ne kadar kısa mesafe içinde tanımlarsanız onun enerjisi o kadar belirsizleşir. Einstein'ın meşhur $E=mc^2$ formülüne göre, bu değişken enerjinin bir kısmı parçacıklar meydana getirmek için kullanılabilmektedir.

Öte yandan ona baktığınızda, her temel parçacığın varlık sahasına çıkar gibi görünüp sonra yok olan sanal parçacıklardan oluşan kararsız bir bulut ile çevrildiğini görürsünüz. Sanal parçacık ne kadar ağır olursa, ödünç alınan enerji o kadar fazla ve söz konusu parçacığın ömrü de o kadar kısa olur. Bu kısa ömürlü varlığa sanal parçacıklar denilmektedir çünkü onlar asla serbest değildir; asla kendi başına hareket edemezler ve Geiger sayaçlarındaki elektron vb hareketlerini gösteren cihazlarda ve fotoğraf klişelerinde asla iz bırakmazlar.

Örneğin, protonun etrafında sanal mezonlar vardır. (Bkz. KUANTUM RENK DİNAMİĞİ.) O, mezon üretip saçmak ve sonra onu tekrar soğurmak için vakum alanından sürekli ödünç enerji alır. Başka bir deyişle, çok kısa zaman aralıklarında onun enerjisi öylesine belirsizleşir ki böylece bir mezon oluşturabilir. İki proton birbirine çok yaklaştığında, çekici bir etkileşim, "güçlü çekirdek kuvveti" doğuran sanal mezonları değiş tokuş edebilirler. Daha önce olduğu gibi, enerji hesabı sıkıdır ve net enerji ne kaybolur ne de vakum alanı tarafından alınır.

Normalde bu sanal parçacıklar gözlemlenemez. Gözlem, kütle-enerji korunumu yasasını bozar zira laboratuarda tespit edilen sanal bir parçacık vakum alanından net enerji koparır. Ama Stephen Hawking, kara deliğin yanındaki ayrık sanal parçacıkların, ondan enerji almak suretiyle gerçek olabilecekleri bir durumu öne sürmüştür. (Bkz. KARA DELİKLER)

Diğer parçacıklar gibi sanal parçacıklar da yük, spin ve momentum korunumu yasalarına uyarlar. Nitekim sanal bir elektron üretildiğinde, her zaman ona sanal bir pozitron eşlik eder. Normalde, bu iki parçacık oluşur oluşmaz enerjiyi vakum alanına geri vererek ortadan kaybolurlar. Eğer onlardan biri, bir kara deliğin olay ufkundan, geri dönüşü olmayan noktadan geçerse, bizim gözlemlenebilir dünyamızdan sonsuza dek yok olur. Hemen sanal bir parçacık gerçeklik kazanır.

Onun enerjisi artık vakum durumuna geri ödenemez, dolayısıyla kara delikten alınması gerekir. Net sonuç, Hawking'in de tahmin ettiği gibi, kara deliklerin bir yandan temel parçacıklar saçarken bir yandan da eşit miktarlarda kütle kaybetmeye başlaması olacaktır. Bu işleyişe göre, onlar yavaşça uzayın içine doğru buharlaşacaklar ve bu esnada da giderek küçüleceklerdir. Ancak BÜYÜK PATLAMA'dan bu yana -10^{10} yıl veya buna yakın bir süre içinde– sadece küçücük bir kara delik tamamen buharlaşabilmiştir. (Ayrıca Bkz. SANAL GEÇİŞLER)

SERİ İŞLEM

Seri işlem adım adım, düzenli bir prosedüre göre yapılan hesaplamadır. Sıradaki her işlem, programı oluşturan kurallar kümesine göre zamanında yapılır. Bu tür işlemi kullanan bilgisayarların kuramı ve teknolojisi diğerlerinden daha gelişmiş ve tanıdıktır. Herhangi bir standart kişisel bilgisayar (PC), bire bir bağlantılı elektronik elementlerden oluşan bir seri işletimcidir. (Bkz. FORMEL HESAPLAMA; SİNİRSEL ŞEBEKELER; TURİNG MAKİNELERİ)

SOLİTONLAR

Solitonlar, uzun zaman aralıkları boyunca koca mesafeler kateden devamlı dalgalardır. Normal dalgalar eşevreli değildir; bazı kısımları diğerlerinden biraz daha hızlı yol alır ve dalga dağılarak yok olur. Öte yandan özel koşullar altında bir dalgalar sistemi, örneğin bir nehir veya kanal yatağında lineer olmayan bir şekilde etkileşime geçebilir. Sonuç; bir çeşit stabilize edici GERİ BİLDİRİM, bir dalganın yavaş kısımlarını hızlandırıp hızlı kısımlarını yavaşlatan içsel bir eşevreliliktir. Buna soliton adı verilir. Bir soliton tam bir birim olarak millerce yol alabilir. Gelen bir gelgit, bir koyda nehirle buluşursa sonuç, gelgitli bir oyuk, nehir boyunca yol alan metrelerce yükseklikte bir soliton olur. Amazon nehrindeki gelgitli dalgalar 750 cm yüksekliğine ulaşmakta ve iç kesimlerde 500 mil boyunca devam etmektedir.

Depremler okyanusta uzun mesafeler boyunca süren solitonlar meydana getirebilir. Her ne kadar dalganın kendisi sadece birkaç inç yüksekliğinde olsa da yüzlerce metre uzunluğunda olabilir;

öyle ki belli bir noktayı geçmesi bir saati bulabilmektedir. Böyle bir dalga hiç değişmeden Pasifik veya Atlantik Okyanusunu enlemesine katedebilir. Sığ kara tarafına yaklaştığında dalganın boyu kısalır ve 3048 santimetre yüksekliğinde bir su dağı, büyük yıkıma yol açabilecek gelgitli bir dalga veya tsunami oluşturur.

Solitonlar diğer çeşitli ortamlarda kararlı dalgalar olarak var olurlar. Atmosferde, kararlı ısı dalgalanmaları yüzlerce mil sürebilir. Böyle bir atmosferik gelgitli dalga Mars'ta gözlemlenmiştir. Jüpiter'deki meşhur Kırmızı Nokta, gezegenin üst atmosferindeki oldukça kararlı hava anaforu, ilkin 1664'de keşfedildi. Zaman zaman, solitonların suda yaptığı gibi, diğer atmosferik dalgalanmaların Kırmızı Noktaya yaklaşıp oradan geçtiği gözlemlenmiştir.

Solitonlar, katılarda kararlı enerji patlamaları olarak var olurlar. Biyologlar, elektrik sinyallerinin sinir yolları boyunca kararlı solitonlar olarak yol aldığını tahmin etmektedirler. Hatta temel parçacıkların, solitonlar, lineer olmayan kuantum zeminindeki kararlı dalgalanmalar olabileceği yönünde bir teori bulunmaktadır.

SOSYOBİYOLOJİ

Sosyobiyoloji, insan ve hayvan davranışlarının genetik ve içgüdüsel açıdan açıklanabileceği varsayımına dayanmaktadır. Onun kurucusu E. O. Wilson, karıncalar ve diğer toplu yaşayan böcekler üzerinde parlak araştırmalar yapmıştır. Ardından 1970'lerde, aynı yaklaşımı daha yüksek hayvan topluluklarına ve insana uygulamıştır. Dil, mimik, grup yapısı, çalışmanın doğası ve uzay ve zamanın yapılanması, gibi şeylerin, tek bir açıklama düzeyine indirgenebileceği varsayılmaktadır. (Bkz. İNDİRGEMECİLİK) Böylece Hamlet'in karmaşıklığı ve belirsizliği, sonuçta katı biyolojik terimlerle anlaşılabilir. Pek çoklarına göre bu görüş abartılı ve politik açıdan tartışmalı görünmektedir.

Sosyobiyoloji, YAPISALCILIK'ta bazı yankılar bulmuştur. Her bir durumda, geniş bir yelpazedeki olgular ve gözlemleri tek bir şemsiye teoremi altında toplayabilme yetisi bazılarına çekici gelse de, yeni organizasyon düzeylerinin ileri kavramlar ve açıklayıcı ilkeler gerektirdiğine inananlar, sosyobiyolojinin felsefesine karşı çıkmaktadırlar. (Bkz. BELİRİŞ)

Sosyobiyolojinin görüşleri çok sayıda araştırmaya esin vermiş ve popüler kitaplar ve dergi makaleleri sayesinde geniş bir hayran kitlesi bulmuştur. Bunlar insanı "çıplak maymun" olarak tanımlamış ve insanın tercihleri, "beden dili" ve buna benzer şeylere hayvan davranışından alınan kavramlara dayanarak açıklamalar sunmuştur. Öte yandan çok yüce düşüncelerimize karşılık vermek için hayvani köklerimizi hatırlamamız iyi olabilir ancak uygun sosyobiyolojik açıklamaların daha yüksek yeteneklerimizi nasıl kanıtlayacağı mevzusu açık değildir.

SOĞUK FÜZYON

Savunucuları, soğuk füzyonun yeryüzündeki en ucuz maddeden –sudan– sınırsız enerji ürettiğini iddia ederler. Muhalifler ise bu düşüncenin tamamen saçma –kötü bilimle hüsnü kuruntunun birleşimi– olduğunu söylerler.

50 yıldan fazla bir süredir, bilim adamları, termonükleer füzyonda ortaya çıkan yıldızların enerjisini kullanma düşünün peşindeydiler. Halihazırdaki "atomik enerji", uranyum-235 gibi ağır bir radyoizotopun çekirdeğinin iki parçaya ayrılarak, enerji yaymasıyla gerçekleşen nükleer bölünmeye dayanmaktadır. Termonükleer füzyon bunun tersidir. İki hafif çekirdek birleşir ve daha büyük miktarlarda enerji açığa çıkarır.

Ağır hidrojenin (döteryum) çekirdeği bir protonla bir nötron içerir. Bu çekirdekten iki tanesi birleştiğinde, helyum çekirdeğini oluşturur ve enerji açığa çıkarırlar. Bu tepkimenin önündeki engel, iki çekirdek arasındaki güçlü elektriksel itimdir ancak bu engel, yüksek sıcaklıklardaki hızlı ve enerjik çarpışmalarla aşılabilmektedir. Açıkçası yeryüzünde termonükleer füzyon, ancak sıcaklığı güneşin merkezindeki sıcaklık kadar yüksek tutabilecek derecede pahalı büyük ölçekli düzenekle mümkün olabilir. (Bkz. PLAZMA)

Laboratuvardaki füzyon tepkimeleri, teknik açıdan mümkündür ama dünyanın her tarafındaki takımların yıllarca yaptığı çalışmalara ve muazzam parasal harcamalara rağmen, füzyon enerjisi üretimini ticari bir imkân olarak yeterince uzun süre korumayı başaramamışlardır. 1989 Martında, bilim adamları, Utah'da nükleer füzyonu sadece birkaç dolar maliyetindeki

bir düzenekle oda sıcaklığında gerçekleştirmeyi başardıklarını açıkladığında ortaya çıkan şoku hatırlayın.

Bu iddia birbirinden bağımsız olarak çalışan ve her nasılsa farklı yaklaşımlar kullanan iki takım –Utah Üniversitesi'nden Stanley Pons ve Martin Fleischmann ile Brigham Young Üniversitesinden Steven Jones'un yönetiminde bir takım– tarafından aynı anda ortaya atılmıştı. Her iki grup da sorunu, döteryum çekirdeklerini, yüksek hızlarda çarpıştırarak değil de daha nazik yoldan nükleer bir tepkimenin oluşmasına yetecek kadar yakınlaştırmak suretiyle çözmüştü.

Platin metali yüksek miktarlarda döteryum soğurma kapasitesine sahiptir. Döteryum çekirdekleri metal kafesin içine girer ve platin atomları arasındaki boşlukları işgal ederler. Pek çok döteryum çekirdeği kafesin içine girmeye zorlanabilir ve araştırmacılar, çekirdeklerin yeterince sıkı şekilde doldurulduğunda, bir füzyon tepkimesinin başlayacağını iddia ettiler. Bu iddianın ardındaki teorem, platin kafesin, çekirdeklerin arasındaki elektrik itimine engel olması ve böylece füzyonun gerçekleşmesini sağlayacak kadar onların birbirine yaklaşmasına imkân tanımasıydı.

Pons ve Fleischmann tarafından kullanılan düzenek –bir test tüpü ve bir çift elektrot– basitti. Ağır suyu (döteryum oksit) içeren bir hücreden geçen elektrik akımı, döteryum çekirdeklerinin platin elektrotuna sıkıca doluşmasını sağlayacaktı. Çekirdekler yeterince yakınlaştığında, füzyon tepkimesinin başlayacağı ve hücrenin ısınacağı sanılıyordu. Araştırmacıların iddiasına göre, sonuç, pahalı araç gerece gerek kalmadan nispeten güvenli bir şekilde elde edilecek sınırsız enerjiydi.

Bu sadece boş bir düş müdür? Soğuk füzyon gerçekleşti mi? Hücrelerin dışarıya ısı verdiğine şüphe yok ama o nükleer kaynaklı mıydı yoksa hücreye pompalanan enerjinin açığa çıkmasından mı ibaretti? Tepkimenin başlaması için, hücrenin platin elektrotuna döteryum pompalayacak bir elektrik akımı ile saatlerce uyarılması gerekiyordu. Soğuk füzyon eleştirmenlerinin iddiasına göre, olan biten şey, bir noktada depolanan enerjinin açığa çıkarak ısı ürettiğiydi. Soğuk füzyon hücreleri elektrik bataryalarından başka bir şey değildi. Başlangıç aşamasında, hücre onu sonradan ısı olarak dışarıya verene kadar

şarj edilmişti. Isı meydana gelmemiş; yalnızca depolanan ısı açığa çıkmıştı.

Bunun hayati testi, hücreden açığa çıkan toplam enerjinin hücreye giren enerjiden büyük olup olmadığının bulunmasıydı. Eğer büyükse, hücre sahiden bir enerji kaynağı olarak çalışıyor demektir. Öte yandan bu tür ölçümlerin doğru ve kontrollü bir şekilde yapılması çok zordur. Çeşitli takımlar çelişkili sonuçlarla bu tür ölçümleri yapmışlardır. Fizikçilerin çoğu konuya şüpheyle yaklaşmaktadır.

Nükleer bir tepkimenin gerçekleştiği yönünde başka bir kanıt da hücrelerde radyoaktif ürünlerin varlığı veya tepkime sırasında ışımanın ve temel parçacıkların yayılmasından gelecekti. Savunmalar ve eleştiriler öyle bir noktaya vardı ki, soğuk füzyonun savunucuları ile muhalifleri arasında bir husumet peyda oldu. Tüm bu tartışma bilimin nasıl işlediğinin ilginç bir örneğidir; maddi kazançlar yükseldiğinde, bilimsel nesnellik yerini tutku ve sıkıca savunulan inançlara bırakmaktadır. Diğer insanlar gibi, bilim adamları da bazen sadece inandıkları şeyleri görmektedirler.

SPİN VE İSTATİSTİK

Kuantum dünyasının önemli bir özelliği ve büyük ile küçük arasındaki önemli bir köprü, temel parçacıkların spiniyle istatistiği arasındaki bağlantıdır. (İstatistik burada temel parçacıkların kendilerini farklı enerji düzeylerinde düzenleme biçimi anlamında kullanılmaktadır.)

Doğa kuantum dünyasını iki parçacık sınıfına ayırmaktadır. Tüm leptonları ve kuarkları kapsayan madde parçacıkları olan FERMİYONLAR, 1/2 gibi kesirli spinlere sahiptir. (Spin terimi yanlış bir adlandırmadır zira temel parçacıklar dönen minik bilardo toplarına tam olarak benzemez. Kuantum spini bundan daha ince veya hassastır.) Diğer parçacık türü olan BOZONLAR, tam sayılı spine sahiptir. Bu, tüm kuvvetlerin kuantumlarını içerir; güçlü ve zayıf çekirdek, elektromanyetik ve kütleçekimsel. Spinler birbirine eklenebildiği için, tam sayılı spinleri olan parçacıklar tam sayılı fermiyon bileşikleri içerirler; mezonlar ve hidrojen atomları gibi.

Fermiyonlar Fermi-Dirac istatistiğine uyarken, bozonlar Bose-Einstein istatistiğine uyarlar. Fermi-Dirac istatistiği, iki

fermiyonun aynı kuantum durumunda bulunamayacağını belirtir. Oysa sınırsız sayıda bozon tek bir kuantum veya enerji durumunu işgal edebilir.

Doğanın iki çeşit istatistiğe bölünmesinin büyük pratik önemi vardır. Fermi-Dirac sınırlamalarından dolayı, elektronlar farklı enerji düzeylerinde bulunmaya zorlanırlar; böylece değişik kimyasal elementlerin atomlarını son derece farklı kılarlar. Fermi-Dirac istatistiğinin olmadığı bir dünyada, ne kimya olurdu, ne de moleküler düzeyde zengin davranış, aslında dünyada hayat da olurdu. Gezegenimizin büyüklüğü minik bir topun büyüklüğüne düşerdi.

Öte yandan bozonların aynı enerji durumunda birleşmelerine izin verilmiştir. Bu, SÜPER SIVILAR, SÜPER İLETKENLER ve LAZERLER'in karakteristik özelliği olan BOSE-EİNSTEİN YOĞUNLAŞMASInı ortaya çıkarır. Ayrıca uyum içinde hareket eden çok sayıda bozondan oluşan sınırsız güçte kuvvetlere de izin verir.

Bu istatistikleri matematiksel olarak ifade edebiliriz; ama onların derin anlamı pek açık değildir. Örneğin, niçin maddeyi oluşturan parçacıkların ışık fotonları gibi aynı kuantum durumunda birleşmesine izin verilmesin? Bu, fermiyonlarla bozonların kendi dalga fonksiyonlarının simetrisi içinde yapılanır. Ancak bu noktada parçacığın spininin rolü nedir? Spin, istatistik ve simetrinin derin bağlantısı anlaşılabilir fakat ancak KUANTUM ALAN TEOREMİ ve ÖZEL İZAFİYET'deki uzay-zamanın yapısı açısından. Bunun tartışması matematiksel açıdan karmaşıktır. (Felsefi bir temel için Bkz. KUANTUM MEKANİĞİNDE ÖZDEŞLİK)

STANDART MODEL

Standart model, çok sayıdaki temel parçacıkları tek bir şema altında anlamlı şekilde toplama yoludur. 1960'ların sonunda, temel parçacık fiziğinde iki tane radikal birleşim şeması vardı. Birincisi, zayıf çekirdek kuvveti ile elektromanyetik kuvveti tek bir ELEKTROZAYIF KUVVET altında birleştiriyordu. İkincisi ise, mezonların bir kuark-anti kuark çifti olarak gösterildiği ve baryonların üç kuarktan oluştuğu, hadronların kuark modeliydi. Baryonları bir arada tutan kuvvet, renk kuvveti diye adlandırılır

ve gluon parçacıkları tarafından taşınır. Yeni şema KUANTUM ELEKTRODİNAMİĞİ'nden esinlenilerek KUANTUM RENK DİNAMİĞİ diye adlandırılmıştı.

Bu iki şemaya birden Standart Model denilmektedir. Bu tam bir birliği temsil etmemektedir çünkü elektro zayıf ve renk kuvvetleri –temel parçacık davranışının iki farklı alanı birleşmemektedir– ayrı kalmakta. Yine de Standart Model, hadronların çokluğuna önemli ölçüde bir düzen getirmektedir. Daha sonra deneysel olarak doğrulanmış bazı önemli tahminlerde bulunmuştur. Ayrıca o, pek çok kuramsal araştırmaları ve tahminleri başlatmıştır. Bununla birlikte söz konusu model sorunsuz değildir.

Çok sayıda farklı deney yapılmasına rağmen, serbest bir kuark henüz gözlemlenmemiştir. Çok çeşitli açıklamalar sunulmuştur. Bir açıklamaya göre, iki kuark birbirinden uzaklaştırılırken, gluon kuvvetinin gücü de artmaktadır. Bu fizikte yeni bir olgudur çünkü kuvvetler genelde mesafenin artmasıyla birlikte azalır. Bu renk kuvveti için geçerli değildir. Kuramsal fizikçilere göre iki kuark, şiddetli bir çarpışmanın sonucunda birbirinden ayrıldığında, renk bağının koparılmasından doğan enerji yeni kuarklar meydana getirecek denli büyüktür. Serbest kaldığı anda izole edilmiş kuark, bir komşu edinir ve bağlı duruma geçer.

Başka bir sorun da Standart Modelin çok sayıda keyfi sabit içermesidir. Mezonlar, baryonlar ve leptonların kütleleri ile onların arasındaki kuvvetler, bu sabitlerin değerlerinin kararlaştırılmasıyla belirlenmektedir. Sayıları doğru seçmek suretiyle, kuramsal tahminlerle deneysel değerleri uyuşturmak mümkün olabilmektedir. Ancak bu özellikle tatmin edici bir durum değildir. İyi bir teorem, temel parçacıkların kütleleri ve kuvvetlerini çok fazla dış girdinin yardımına gerek kalmadan açıklamalıdır. O temel sabitleri kararlaştırmalı, onların belirli değerleri nasıl aldığını göstermelidir. Ayrıca o, elektrondaki elektrik yükünün protondaki yüke büyüklük açısından niçin eşit olduğunu ve eşitliğin niçin korunmadığını açıklamalıdır. (Bkz. YEZ SİMETRİSİ) Bu ve başka nedenlerden dolayı bazı fizikçiler, Standart Modelde eksik olan bir şeyin varlığına inanmaktadırlar.

Yine de Standart Modelin başarısı inkâr edilemez. Mezonlar ve baryonlar simetrik şemalar içinde gruplandırılabilir. Ayrıca

hadronlar, gluonları değiş tokuş ederek etkileşim kuran kuarklar ile açıklanan bileşik parçacıklar olarak görünmektedir. Böyle bir şema gözlemlenen simetriyi eksiksiz ortaya koymaktadır. Elektromanyetizma ile zayıf çekirdek kuvvetinin birleştirilebileceği fikri de çekicidir. Bu iki yaklaşımın birleştirilmesi, geniş çeşitlilikteki temel parçacık olgularına tek bir yaklaşım getirecektir. Ancak bundan da ötede teorem sendeliyor görünmektedir: Tahmine dayalı olmaktan ziyade tanımsaldır; hadronlar ve leptonların tam yapısını ve onların kuvvetlerinin gücünü açıklayacağına dair ilk vaadini yerine getirememektedir. Ne var ki elektro zayıf birleştirme ve Standart Modelin başarısı, fizikçileri, daha ileri düzeyde birleştirme –hadronlar ve leptonların Büyük Birleşik Teoremini– aramaya itmiştir. (Bkz. BÜYÜK BİRLEŞİK TEOREMLER)

SÜPER KÜTLE ÇEKİMİ

Süper kütle çekimi, KUANTUM FİZİĞİ ile GENEL İZAFİYETİ ayıran tutarsızlıkları çözebilmek için ileri sürülen bir Her Şeyin Teoremi'ni formüle etmek için girişilen ilk (1960'ların ortası) çabalardan biridir. Süper kütle çekimi bilhassa Stephan Hawking tarafından savunulmuştur.

Bir Her Şeyin Teoremi, Genel İzafiyetin özellikleriyle (kütle çekimi ve uzay-zaman) kuantum teoreminin tanımladığı özellikleri (kuvvet parçacıkları olan bozonlar ve madde parçacıkları olan fermiyonlar) birleştirebilmelidir. Süper kütle çekimi, kütle çekimi ile SÜPERSİMETRİ (bozonlarla fermiyonların, yani parçacıklarla kuvvetlerin birbirine dönüşebilir olduğunu savunan bir teorem)'yi birleştirmek suretiyle bunu yapmaya çalıştı. Ancak süper simetri, zayıf çekirdek etkileşimlerinde eşitliğin korunmaması gibi bazı deneysel sonuçlarla başa çıkamadı. Deneyler, tüm nötrinoların, tirbuşonlarımız gibi, ileri hareketlerine göre aynı yönde döndüklerini kanıtladı –eşitliğin bozulması–. (Bkz. YEZ EŞİTLİĞİ)

Problemlerden dolayı şimdi süper kütle çekiminin başarılı bir yol olmadığı kabul edilmektedir. Nitekim onun yerini, başarılı bir Her Şeyin Teoremi için son zamanlarda öne çıkarılan bir aday olarak SÜPERSTRİNGLER teoremi almıştır.

SÜPER İLETKENLER

Bir süper iletkende, elektrik akımları hiçbir elektriksel direnç olmadan yıllarca akabilir. Bu, elektron çiftlerinin eşevreli ve ortak bir şekilde hareket ettiği BOSE-EİNSTEİN YOĞUNLAŞMASI ile ilintilidir.

Astronomik sayıda elektron bir telden geçtiği zaman elektrik akımları oluşur. Normal bir metalde elektronlar, atomlar ve diğer engellerle çarpışır. Sonuç elektrik direnci diye adlandırılan düz akımın bozulmasıdır. Bir süper iletkende bu ortadan kalkar çünkü elektron nehri –bir bale gibi– koordinasyon kurar. Ferdi elektronlar, sapmadan engelleri geçebilen büyük ölçekli eşevreli bir dalga içinde birleşirler.

Onların tek bir (spin-1) varlıkmış gibi hareket etmelerini sağlayan, bir elektron çifti arasındaki küçük fakat hassas çekim kuvvetleri sayesinde süper iletkenlik ortaya çıkar. SPİN VE İSTATİSTİK arasındaki bağlantı bize, spin-1 parçacıklarının tümünün Bose-Einstein yoğunlaşması diye adlandırılan, aynı kuantum durumu içinde yoğunlaşabileceğini söylemektedir. Buna benzer bir şey süper iletkenlerde de gerçekleşir. Tüm elektron gazı, moleküler boyutlardan ziyade bir iki metrelik mesafelere uzanabilen, eşevreli tek bir kuantum-dalga fonksiyonu olarak tanımlanabilir.

Normalde bu çekim kuvvetlerinin etkileri, metalin içindeki elektronlar ve atomların düzensiz ısısal hareketleri tarafından ortadan kaldırılır. Ancak uygun bir metal veya başka bir bileşik, MUTLAK SIFIR'ın birkaç derece üstüne kadar soğutulursa, bu hareketler yeterince yavaşlatılır ve çekim kuvvetleri baskın çıkar. Bu kritik sıcaklıkta süper iletkenlik mümkün olur.

Süper iletken kablolar yüksek elektrik akımını taşıyabildiği için, onlar aşırı büyük manyetik alanlara sahip elektromıknatısların tesisinde kullanılır. Süper iletken mıknatıslar çok çeşitli uygulamalarda kullanılır; tıbbı teşhislerde manyetik rezonans görüntülemeden, temel parçacıkları tespit eden süper iletken süper çarpıştırıcılara kadar. Süper iletkenlik ve yoğun manyetik alan olgularına NÖTRON YILDIZLARI'nda da rastlanır.

Süper iletkenlerin dirençsel kayıplar olmadan elektrik enerjisini aktarma kapasitesi onlara büyük teknolojik önem kazandırır. Örneğin, bir elektrik santrali ile bir şehir arasındaki kablolarda

taşınan elektrik enerjisinin önemli bir oranı ısı olarak kaybolur. Süper iletken kablolarda bu tür bir olgu yaşanmaz. Onların avantajı, süper iletkenliğin işlemesi için yeterince düşük bir sıcaklıkta tutmak amacıyla kabloları soğutmak için yapılan harcamalarla dengelenir.

Bugün fizikçiler, yüksek ısılı süper iletkenler, elektron çiftleri arasında daha güçlü çekim kuvvetlerine sahip yeni maddeler geliştiriyorlar. Bu maddelerde, mutlak sıfırdan onlarca kat büyük, ama suyun donma noktasından çok düşük sıcaklıklarda süper iletkenlik gerçekleşir. Oda sıcaklığında işleyecek, böylece süper iletken kabloları soğutmak için yapılan pahalı harcamalardan bizi kurtaracak bir süper iletken madde düşlenmektedir.

SÜPERNOVALAR

Süpernova, ömrünün sonuna doğru yaklaşırken devasa bir patlama geçiren ağır bir yıldızın (Bkz. YILDIZLAR.) kalıntısıdır. Bir iki günlüğüne süpernova, tüm galaksi kadar parlaklık saçar. Ardından birkaç aylığına soğur; geriye ya bir nötron yıldızı veya sıcak, kor gibi parlayan bir gazın çevrelediği bir kara delik bırakır. (Bkz. NÖTRON YILDIZLARI; KARA DELİKLER.) Ortalama her galakside yılda bir kez süpernova gözlemlenir.

Boğa takımyıldızındaki güzel Yengeç burcu nebulası, patlaması 1954'de Çinli ve Japon bilim adamları tarafından saptanmış, gün ışığında dahi görülebilen çok parlak bir süpernovanın kalıntısıdır. 1987'de, galaksimizin yanındaki bir galakside meydana gelen parlak bir patlama modern astronomlar tarafından detaylı bir şekilde incelenmiş ve bu olaylarla ilgili genel şemamızı doğrulamıştır. Sözü edilen patlamanın neticesinde devasa miktarlarda NÖTRİNOLAR saçılmıştır ki bu, sıradan maddenin nötronlara dönüşmesinin beklenen sonucudur.

Diğer yıldızlar gibi, ağır bir yıldız, merkezindeki hidrojeni yakıp helyuma çevirerek yaşamına başlar. Merkezindeki hidrojen tükendiğinde, ışıma basıncı azalır. Sonra merkez büzülür ve helyumu yakıp karbona çevirecek kadar ısınır. Süreç karbonun sırasıyla, neon, oksijen, sülfür ve demire dönüşmesi suretiyle tekrarlanır. Ancak demir zincirin son halkasıdır. Demir artık enerji verilerek daha ileri bir kimyasal elemente dönüştürülemez. Bu noktada ışıma basıncı daha da azalır ve yıldız kendi kütle

çekiminin etkisiyle çöker. Eğer merkez, sonunda beyaz bir cüce halini alacak kadar yoğun ise, bir nötron yıldızına veya yeterince ağır ise bir kara deliğe dönüşür.

Ağır yıldızın çöküşü, dış katmanlarından yayılan bir şok dalgası, muazzam ısı ve parlaklık meydana getirir. Patlama ayrıca diğer pek çok nükleer tepkime doğurur. Yıldızlar arası ortamı, daha sonra oluşacak yıldızların yapısında yer alacak ağır kimyasal elementlerle zenginleştirir. Güneşimiz oluşmadan önce süpernovalar meydana gelmeseydi bizler burada olamayacaktık.

SÜPERPOZİSYONLAR

Schrödinger'in ölü/canlı kedisinin kurgusal durumu (Bkz. ÖNSÖZ) ve BİR KUANTUM AŞÜFTESİ'nin maceraları, kuantum varlıklarının aynı anda birden çok olası gerçekliği deneyimleyebileceğini, her bir gerçekliğin diğerleriyle birlikte aynı anda kendi özel oyununu sergilediği gerçeğini ortaya koymaktadır. Kuantum dilinde bu çoklu olasılıklar süper pozisyonlar (üst üste gelmeler) olarak bilinir. Olası bir gerçekliği diğerinin "üstüne" çıkarırız. Kuantum dünyasında süper pozisyonlar normdur. Schrödinger dalga fonksiyonu, kuantum gerçekliğinin herhangi bir parçasını tanımlayan matematiksel yapı, her zaman hepsinin eşit derecede "gerçek" ve çoğunun doğal olarak çelişik olduğu bir dizi olasılıkları kapsar.

Herhangi dalgasal bir süreç, birleşik bir süreç oluşturmak üzere diğer bir sürecin üstüne bindirilebilir. Bu, renkler, sesler, su dalgaları, kuvvet alanları ve bu bağlamda bizim tecrübelerimiz için geçerlidir. Beyaz ışık bir prizmayla ayrıştırılabilen, gökkuşağındaki tüm renklerin bir süper pozisyonudur. Uzay, bir alıcının dalgayı ayarladığı farklı televizyon programlarının süper pozisyonuyla doludur. Fakat klasik Newtonian fiziğin parçacıkları, tek bir büyük parçacık oluşturmak üzere süperpoze olmaz. Her Newtonian parçacık uzay ve zaman içinde kendine ayrılmış yeri işgal eder ve birkaç parçacık kuvvetlerle bir araya getirilse bile o öz yapısını korur. Klasik mekanikte, tüm varlıklar ya üst üste gelebilen dalgalardır ya da üst üste gelemeyen parçacıklardır. Asla ikisi birden olamazlar.

Kuantum mekaniği DALGA/PARÇACIK İKİLİĞİ ile birlikte daha incedir. Her kuantum varlığı hem bir dalga hem de bir

parçacık özelliğine sahiptir; öyle ki, hangi özelliği baskın çıkarsa çıksın her kuantum varlığı dalgasal bir süper pozisyon oluşturabilir. Kuantum gerçekliğini tanımlamaya yarayan Schrödinger denklemi bir dalga denklemidir. Dolayısıyla fotonlar gibi parçacıklar –veya kediler– bile iki durumun bir süper pozisyonu ile oluşan üçüncü duruma geçebilir.

Çift yarık deneyinde, tek bir foton, iki olasılığın süper pozisyonu olarak mevcuttur; olasılıkların her biri iki açık yarığın birinden geçmeyle ilintilidir. Kedi paradoksunda, kedinin canlı olma olasılığı ölü olma olasılığıyla üst üste gelir ve böylece onun hem canlı hem ölü olması şeklinde üçüncü bir olasılık ortaya çıkar.

Kuantum mekaniği mantığa karşı koyan veya sağduyunun üzerinde kendine özgü bir mantığa sahip olan bir alandır çünkü günlük hayatımızda ne iki yarıktan birden geçen bir şeye ne de hem ölü hem canlı olan kedilere rastlarız. Sıradan deneyimde varlıklar, parçacıklar veya dalgalar gibi hareket ederler. O halde her şeyin bir süper pozisyon (Schrödinger dalga fonksiyonu) durumu içinde bulunduğu kuantum dünyasından yalnızca bazı şeylerin gerçekleştiği kendi dünyamıza nasıl geleceğiz? Tüm bu çoklu olasılıklar tek bir gerçekliğe nasıl dönüşmektedir? Bu kuantum teoreminin önündeki temel sorundur. (Bkz. DALGA FONKSİYONUNUN ÇÖKÜŞÜ; ÖLÇÜM SORUNU)

Sıradan mantık, bizim kedileri ve fotonları günlük hayatımızda tecrübe ediş tarzımız, ya/ya da mantığı, parçacıkların, çoklu-tercih yapılarının ve "Onu gördün mü görmedin mi? Sadece evet veya hayır diye cevap ver." diyen savcıların mantığıdır. Fakat süper pozisyonlar ve derece meselesiyle ilintili olan ve SAÇAKLI MANTIK olarak bilinen yenice bir mantık dalı vardır: Bu ve/ve de mantığı yahut dalgasal mantıktır.

SÜPERSIVILAR

Süper sıvı hiçbir direnç olmaksızın akabilme şeklinde çarpıcı bir özelliğe sahiptir. Normal bir sıvının içindeki moleküller ve atomlar sürekli çarpışıp sekerek kaotik bir davranış sergilerler. Hareket halindeki sıvıda bu işlemler akıma karşı bir direnç üretir. Sıvının kimi parçaları diğerlerinden daha yavaş hareket eder, taraklanma, girdap anafor ve hatta türbülans yaratır. Sıvının yolunun üzerindeki engeller de akımı engeller, böylece akımın

enerjisi ısı olarak yayılır. Sonuçta baştaki hareketlenme çok geçmeden durur.

Oysa bir süper sıvıda, hareket tamamen eşevrelidir. Tüm sıvı, tek bir kuantum durumu içinde var olur ve makroskopik boyutların tek bir dalga fonksiyonu ile tanımlanır. LAZERLER ve SÜPER İLETKENLER gibi süper sıvılar da BOSE-EİNSTEİN YOĞUNLAŞMASI'nın örnekleridir.

En uzun süredir bilinen süper sıvı, helyum 2, Heike Kamerlingh tarafından 1908'de keşfedilmiştir (anlaşılmadan da olsa). O, MUTLAK SIFIR'ın üstünde, 2,18° de oluşur. O, her biri fermiyonlardan oluşmasına rağmen etkin bir şekilde bozon gibi hareket eden helyum 4 atomlarından meydana gelir. (Bkz. BOZONLAR.) Helyum 4, etrafından iki elektronun bulunduğu, iki protonla iki nötrondan oluşan bir çekirdeğe sahiptir. Davranışı tam sayılı spine sahip bir bozonun davranışına benzer. (Oysa helyum 3'ün çekirdeği, iki proton ve bir nötron içerir ve kesirli $^1/_2$ spine sahiptir; fermiyon gibi davranır. Ancak mutlak sıfırın üstünde, bir derecenin binde üçü sıcaklığında helyum 3 atomları, süper iletkenlerdeki elektronlar gibi eşleşirler, böylece bozon gibi davranıp bir süper sıvı oluşturabilirler. Bu, çok gelişmiş soğutucu cihazlar kullanılarak 1972'de keşfedildi.)

Yeterince düşük sıcaklılarda, tekil helyum atomları tek bir kuantum durumu –bir Bose-Einstein yoğunluğu–içinde yoğunlaşır. Böylece tüm sıvı tek bir varlıkmış gibi hareket eder. Tek bir dalga fonksiyonu içinde birbirine kenetlenen helyum atomları, artık ayrı ayrı atomlar gibi sekip hareket edemezler: Onlar tek bir hareket içinde koordinasyon içindedir. Sonuçta helyum 3 veya helyum 4, hiçbir direnç olmaksızın en ince borudan bile geçebilen bir süper sıvıya dönüşür. Geniş ağızlı büyük bir bardağın içine koyulan bir süper sıvı, çok ince bir tabakanın içindeki çeperlerden yukarı doğru tırmanıp sonra bardağın dışından aşağıya akarak yere damlama gibi garip bir özellik sergiler! Sıcaklık bir dereceden daha az miktarda artırıldığında, süper sıvılık hali kaybolur ve sıvı helyum 4 normal bir sıvı gibi davranır.

NÖTRON YILDIZLARI'nın içinin, eşli nötronlardan oluşan bir süper sıvıyı içerdiği düşünülmektedir. Bu, yüksek bir ısıda ve aynı zamanda nötronları bu duruma sokmak için yeterince

yüksek bir basınçta gerçekleşir. Süper sıvılar ortak kanıya uygun deneyimlere ters davranan büyük ölçekli bir madde halinin bir örneğidir ve ancak kuantum ilkeleri ile anlaşılabilir.

SÜPERSTRİNGLER

Uzay üç boyuta mı yoksa on, hatta yirmi bir boyuta mı sahiptir? Süperstringler teoremi evrenimizde gizli boyutların bulunduğunu ileri sürmektedir.

String teoremi, temel parçacığın, çekilmiş bir yayın armonik seslerine benzer şekilde, düzenli örüntülerden rezonans (demetlerin çarpıştırıldığı parçacık hızlandırıcılarındaki yeni temel parçacıkların üretildiği farklı enerjiler) meydana getirdiğinin gözlemlenmesiyle başlamıştır. Bu, İtalyan fizikçi Gabriele Veneziano'yu, 1968'de, güçlü bir şekilde etkileşim içinde bulunan temel parçacıklar olan HADRONLAR'ın gerçekte inanılmaz ölçüde küçük yayların enerji titreşimleri olduğunu ileri sürmeye teşvik etmiştir. Geometrinin en temel birimleri uzaydaki noktalar değil, minik uzatılmış yaylardır. Bu yayların kuantize olmuş titreşimleri ve dönüşlerinin tüm hadronları izah ettiği sanılmaktadır.

Başta Veneziano'nun teoremi ustacaydı ama çok geçmeden, onun matematiğinin kuantum teoremi ve izafiyetle uyuşabilmesinin tek yolunun, bu yayların yirmi bir (BOZONLAR için) veya on (FERMİYONLAR için) boyutlu bir uzayda yer alması olduğu keşfedilince, bazı güçlüklerle karşılaşıldı. O zaman fizikçiler, kuarkların gerçekte yayların uçları olduğunu söylemek suretiyle string teoremiyle kuarklar teoremini birleştirmekte ısrar ettiler. Bu savlarının ardındaki neden, izole edilmiş kuarkların asla birden ortaya çıkmamasıdır. –Serbest bir ucu ele geçirme ümidiyle yayı ikiye bölerler ve böylece yeni bir uç meydana gelir–.

String teoreminin sahipleri, geometrik noktalar yerine yayları kullanmanın, kuantum alan teoremini güçlüğe sokan sonsuzluklar ve ıraksamaları ortadan kaldıracağı ümidini taşıyorlardı. Ancak teoremin başka beklenmedik güçlükler doğurduğu anlaşıldı. O bir süre SÜPERSİMETRİ ve SÜPERKÜTLEÇEKİMİ'nin gölgesinde kaldı.

1980'lerin başında, İngiliz fizikçi Michael Green ve Amerikalı John Schwarz, süperstringleri yaratmak için süpersimetri

teoremiyle string teoremini birleştirdi, böylece Herşeyin Teoremi olduğu iddiasında bir yaklaşıma ulaştı. (Bkz. HER ŞEYİN TEOREMLERİ) Süperstringler yalnızca tüm temel parçacıkların özelliklerini ve etkileşimlerini değil aynı zamanda uzay-zamanın doğasını açıklamak için de ileri sürülmüştü. Söz konusu teorem, kuantum teoremiyle Genel İzafiyetin (kütleçekimi) hakiki bir sentezini seslendiriyordu. Bu sefer süperstringler, sadece 10^{-33} santimetre büyüklüğünde kapalı halkalardı.

Bu "heterojen" (hem bozonlara hem de fermiyonlara uygulanan "iki yollu") süperstring teoreminde, yirmi boyut vardır. Kapalı bir yayın etrafında saat yönünün tersi istikametinde giden dalgalar bozonlardır; saat yönünde giden ve uzay-zamanın sadece on boyutunu kullananlar ise fermiyonlardır. Yaylar birbirleriyle etkileşimdedir veya uzay-zaman arka alanıyla kurabilirler. Bozonlar, fermiyonlar ve uzay-zamanı birleştirmenin bir modeli olarak, teorem matematiksel açıdan zarif olmasa da ustacadır. Ama onun gerçek dünyaya açıladığından emin değiliz.

Eğer uzay-zaman çok sayıda boyuta sahipse, bizler niçin sadece üç boyutu ve zaman boyutunu duyumsuyoruz? Teorem tüm boyutların Büyük patlama sırasında, tüm evrenin büyüklüğünün temel bir parçacığın büyüklüğünden çok daha küçük olduğu sırada yaratıldığını savunmaktadır. Müteakip hızlı genişleme evresinde, bu boyutların üçü genleşti veya açıldı, diğer boyutlar ise sıkıca bükülü kaldı. Bugün üç uzamsal boyut milyarlarca ışık yılı ile ölçülebilirken, diğer boyutlar temel bir parçacığın yarıçapından çok daha küçüktür. Kısa boyutlar fiilen görünmezdir, yine de doğa kuvvetleri yoluyla etkilerinin hissedilmesini sağlarlar.

Bir süre süperstring teoremi aslında hakiki bir Her Şeyin Teoremi işlevini yerine getirebilir gibi göründü, ta ki fizikçiler sorunların farkına varana kadar. Sadece üç uzamsal boyutun açılması veya genleşmesi işlemi sırdı. Modalar değişti ve teoreme ilgi azaldı, her ne kadar teorem bir dizi kavrayışlar ve Amerikalı fizikçi Ed Witten'in aksiyomatik alan teoremi gibi ilgi çekici bir matematiği öne sürmüş olsa da. Bugün pek çok fizikçi Her Şeyin Teoremlerini ileri sürmekte ısrar etmektedir, her ne kadar onların ardındaki matematiğin son derece zor ve somut tahminlerin sayısının çok az olduğu kanıtlanmış olsa da. Bu, bazı fizikçileri, gerekli olan şeyin, yalnızca daha çok "fikir"

ve yeni matematik değil, hem izafiyet hem de kuantum teoreminin ardında yatan daha derin bir teoreme ait esaslı görüşler olduğunu düşünmeye sevk etmektedir.

SÜPERSİMETRİ

Doğanın temel simetrileri keşfedildiğinde, başta kayda değer oranda farklı görünen temel parçacıkların, bir simetri aynasında yansıyan benzer şeyler olduğu ortaya çıktı. Daha sonra bu simetrilerin tam olmadığı anlaşılınca, sapmalar SİMETRİNİN BOZULMASI süreçlerine bağlandı.

LEPTONLAR, ELEKTROZAYIF KUVVET, ALTINDA HADRONLAR, KUANTUM RENK DİNAMİĞİ ALTINDA ve her ikisi de BÜYÜK BİRLEŞİK TEOREMLER altında bir araya getirildi. Bununla birlikte FERMİYONLAR ile BOZONLAR arasında kesin bir bölünme kaldı. Fermiyonlar ve bozonlar pek çok açıdan oldukça farklı madde düzenlerini temsil ederler. Kesirli spinleri ve Fermi-Dirac istatistiğine uymalarıyla fermiyonlar, maddi dünyayı –çekirdekler, atomlar ve moleküller– oluşturan parçacıklardır. Oysa bozonlar, maddeyi birbirine bağlayan çeşitli kuvvet alanlarının kuantize olmuş uyarılmalarıdır. Bu çok farklı türdeki parçacıklar, ilk bakışta temelde tek bir simetrinin tezahürleri olarak görünürler.

Yine de fizikçiler yeni süper simetriler öne sürmüşlerdir. Bu simetrilerin dönüşümleri sayesinde bozonlar fermiyona dönüşür veya tersi olur. Bu simetri, fizikte daha önce kullanılanlardan hayli farklıdır; soyut simetrilerle uzay-zaman simetrilerini birleştirir. Süpersimetrinin dönüşümleri, Poincaré grubunu –ÖZEL İZAFİYET'te bulunan tüm dönüşümleri– ve bozonları fermiyonlara dönüştüren soyut bir dönüşümü içerir. Tüm bu dönüşümlerin tamamı, temel parçacıkların hepsini birleştirdiği gibi tüm süper simetrik eşler dizisini de ortaya koymaktadır.

Spin-1 fotonuna karşılık olarak, fotino –bir fotonla bir nötrinonun birleşmesinden oluşan melez bir parçacık– diye adlandırılan bir fermiyonun olması gerekir. Gravitonun süper simetrik eşi gravitino, gluonunki gluinodur. Elektro zayıf kuvvetin W ve Z parçacıklarının süper simetrik eşleri, wino ve zino parçacıklarıdır. Leptonlarınki sleptonlar, kuarklarınki ise skauarklardır. Bu yeni varsayımsal parçacıkların hiçbiri keşfedilmemiştir henüz.

Bu da demektir ki onlar ya mevcut değildir veya kütleleri aşırı yüksektir.

1976'da, SÜPERSTRİNGLER'i meydana getirmek için eski string teoremleriyle süper simetri birleştirildiğinde, önemli bir kuramsal gelişme gerçekleşti. Süperstring teoremi, tüm temel parçacıkları ve kuvvetleri, yalnızca genleşmiş yaysı (stringlike) yapıların topoloji ve geometrisiyle açıklamaya çalışmakla kalmamış, ayrıca uzay-zamanın yapısı için bir temel arayışına da girmişti. Teorem matematiksel açıdan son derece zariftir ancak onun denklemleri genelde çözülemeyecek denli karmaşıktır.

Bu aşamada, süper simetrilerin fiziksel dünyayla ilgili esaslı yeni görüşler sunup sunmadığını veya onların, yeni matematiksel şemalar arayışında olan kuramsal fizikçilerin maharetinin başka bir ifadesi olup olmadığını söylemek zordur. Geçen yüzyılın başlarında fizik, genelde felsefi mülahazalar ve derin fiziksel sezgiyle yönlendirilmişti. Matematik, fiziksel düşünceleri ifade etmenin bir aracı olarak daha sonra geliyordu. Bugün ise genelde matematik fiziği harekete geçirmekte ve her zaman açık, temelli fiziksel bir anlama sahip olmayan yeni şemalar ileri sürülmektedir.

SÜREÇ

Doğa bilimlerindeki son gelişmeler doğanın bir süreç felsefesine, Varlıktan Oluşa doğru bir harekete meyletmektedir. Newtoncu fizik, değişimlerin maddi yapıtaşlarının yeniden düzenlemesiyle açıklandığı, mekanik, indirgemeci bir evren anlayışına sahipti.

Kuantum teoremi, gözlemcinin rolü ve kesinliğin yerini belirsizliğe bırakması üzerinde yaptığı vurguyla, bu mekanikçi bakış açısına büyük oranda karşı koymuştur. Ayrıca, yeni karmaşıklık, lineer olmama ve öz-organizasyon bilimleri, sabit formların akış ve değişimle yer değiştirdiği bir doğa görüşünü içermektedir. Hatta bazı bilim adamları, fizik yasasının dokunulmamış doğasını bile sorgulamaya açmıştır. Geleneksel olarak doğa yasaları mutlaktır, uzay, zaman ve maddeden önce var olagelmiş ve kendi formlarını beliren evrene dayatmaktadırlar. Ancak bu yasalar da daha geniş bir evrimsel sürecin parçası olamazlar mı? Yalnızca

sistemler değil de onları tanımlayan yasalar da kendi kendilerini yapılandırıyor olamaz mı?

Eski düşünce, dünyayı, basit parçaların birleşmesinden doğan bir karmaşıklıkla birlikte temel varlıklardan oluşmuş olarak resmediyordu. Düzen temeldi; kaos düzenin bozulmasıydı. Bunun aksine, LİNEER OLMAMA ve kaos teoremi (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON) süreç felsefesiyle uyuşan görüntüler sunmaktadır; kaostan düzen belirir ve yeniliğin yaratılması AÇIK SİSTEMLER'in ayırt edici özelliğidir. Süreç felsefesi yazılı düşünce kadar eskidir. Yakın Doğu yaratılış mitleri tanrının düzeni kaostan yarattığını ifade eder. Bazı Yunanlı filozoflar dünyanın kökenini toprak veya ateş gibi temel bir elementte ararken, Herakleitos dünyayı akıştan meydana gelen bir varlık olarak görüyordu. 20. yüzyılın başında filozof Alfred North Whitehead, *Process and Reality* (Süreç ve Gerçeklik) adlı kitabında bir süreç felsefesini savunur. Bedenlerimiz kendi yapılarını koruyan süreçlerdir, her ne kadar tüm ferdi moleküller bir iki yılda bir yenilense de. Son zamanlarda süreç felsefesi, David Bohm ve Ilya Prigogine gibi bilim adamlarının yaklaşımlarının temeli olmuştur.

Bohm, kuantum teoreminin süreçsel doğasını ve bununla ilintili matematiksel yaklaşımlara olan ihtiyacı vurgular. Onun ÖRTÜK DÜZENİ salt etkinliğe ve dönüşüme dayanmaktadır. –Bütüncül Devinim–. Ayrıca Bohm, isim-merkezli baskın dillerimizin –tüm Avrupa dilleri–, bizleri, dünyayı süreçler ve dönüşümler değil de nesneler, sınırlar ve kategoriler açısından görmeye meylettirdiğinin altını çizmektedir.

Ilya Prigogine zamanın dinamik doğasını vurgular. Zamanı doğanın içinde canlandırıcı bir güç olarak görür. Onun fizik, biyoloji, kimya, sosyoloji ve ekonomiye yaklaşımı öz-organizasyon ve yeniliğin belirmesi kavramlarına dayanmaktadır.

KUANTUM ALAN TEOREMİ ve ÖZEL İZAFİYET, parçacıkları bir nehirdeki dalgalar gibi çabuk kaybolan süreçler olarak yeniden tanımlamaktadır.

SÜREKLİ SİMETRİLER

Newton'un dünyasında doğa kanunları, sabit denklemlerdi. Her şey açık ve belirliydi; bir denklemdeki değişkenin grafiğini çizdiğinde, mutlak uzay ve zamanda hareket eden gerçek bir

cismin yolunun resmini elde edersin. Daha sonra Einstein, bu denklemlerin çok çeşitli yollarla dönüştürülebileceğini gösterdi. Her durumda olan bitenin açıklaması farklı görünse de temelde yer alan fizikte değişmeyen bir şey kalıyordu. Denklemlerin temel yapısı ve matematiksel model korunduğu sürece, doğa kanunlarının olası tüm dönüşümlerine izin verilmektedir. Formüller farklı dillerde aynı anlamı ifade ederler.

Doğa kanunları uzay-zaman koordinatları ile ifade edilir. Einstein'a göre, temel matematiksel yapı değişmediği sürece, bir uzay-zaman düzleminden diğerine serbestçe geçebiliriz. Newton'un dünyasındaki kütle çekimi kuvveti, Einstein'ın GENEL İZAFİYETİ'nde düzlemin geometrisinin değişimine dönüşür. Einstein'ın teoreminin merkezinde, tüm 20. yüzyıl fiziğinin merkezinde olduğu gibi, simetri kavramı yer almaktadır. Einstein, maddenin bile bir gün geometrinin kavislerine ve eğrilerine indirgeneceğini düşlüyordu.

Kuantum teoremi doğaya kökten farklı yaklaşır; her ne kadar hem o hem de izafiyet, simetrilere ve matematiksel yapıların korunumuna dayansa da. 20. yüzyılın başlarında, temel parçacıkların "maddenin temel yapıtaşları olduğu" düşünülüyordu. Fizikçiler, atomların bu kararlı birimlerden ve moleküllerin de atomlardan oluştuğu bir dünya resmi çiziyorlardı. Şimdi, temel parçacıkların sürekli bir akış ve dönüşüm hali içinde oldukları ortaya çıkmıştır. İki parçacık çarpışır ve yeni parçacıklardan bir ışıma meydana gelir. Yeterince beklenildiğinde, bir parçacık bozunarak çeşitli değişik parçacıklara dönüşür. Her an, temel parçacıklar etraflarında SANAL PARÇACIKLAR'dan oluşan bir bulut meydana getirirler; evrenin vakum alanından sürekli enerji alış verişi içindedirler. Eğer yapı taşları, sürekli enerji dönüşümleri ve akımlarını doğuruyorsa, değişmeden kalan şey nedir? Cevap yine simetridir.

Yeni fizik simetrilerin tüm çeşitlerine dayanmaktadır. Onun en temel görüşlerinden biri; nerede sürekli bir simetri keşfedilirse, ona karşılık gelen bir korunum yasasının (Noether Teoremi) orada olması gerekir. Korunum yasası, tüm olası dönüşümler ve işlemlere rağmen belli bir matematiksel yapının korunumu olarak düşünülebilir. Bu, fizikte zarif, esaslı ve sezgisel açıdan çekici bir açıklama türüdür.

İncelenecek ilk simetriler, uzay ve zamanda işleyen simetrilerdi. Hem izafiyet hem de kuantum teoremi uzayın her yerde aynı olduğunu varsayar. (Okuyucu buna itiraz edebilir zira geceleyin gökyüzüne bakıp, yıldızları galaksileri ve galaksi topluluklarını seyrederken sanki bu görüşün doğru olmadığı izlenimine kapılırsınız. Astronomlar, bunun, ikincil bir etki, SİMETRİNİN BOZULMASI olduğunu ve temelde uzayın özdeş olduğunu kabul eder.) Tüm maddeyi bir yerden başka bir yere hareket ettirin, her şey aynı kalacaktır; uzay homojendir. Simetriyi bozacak herhangi bir şey olmayınca bu ya da şu yerden bahsetmek anlamsızdır. Aynı şekilde, ne yönden bakarsanız bakın uzayın özellikleri aynıdır; uzay izotropiktir.

Bu temel simetriler, doğanın iki temel korunum yasasını ortaya çıkarır: Lineer momentumun korunumu ve açısal momentumun korunumu. (Momentum kütle ile hızın çarpımıdır.) Aksine bir kuvvet etkide bulunuyorsa, uzayın özellikleri simetrilerini kaybeder ve artık momentum korunmaz.

Lineer momentumun korunumu uzayın homojenliğinden nasıl kaynaklanmaktadır? Eğer uzay her yerde aynı ise, hangi yönde ve ne kadar hızlı hareket ettiğimizi size söyleyecek referans işaretleri yoktur. Boş uzaydaki bir kaya parçasının yanından hızla geçenin siz değil de sizin yanınızdan hızla geçenin kaya olduğunu, bile söyleyemezsiniz.

Homojen bir uzayda her yer eşittir ve o yerler arasındaki hareket her yerde aynıdır. Hareketin niteliği, hareket modeli her zaman aynıdır. Fizikçiler, bu niteliği momentum diye adlandırıp onun korunduğunu kanıtlarlar. Bir kalabalığın içinden geçmeye çalışıyormuşsunuz gibi, uzayın özellikleri de noktadan noktaya değişseydi, hareket modeli de bir noktadan diğerine hep değişecek ve momentum korunmayacaktı.

Momentumun korunumu kuantum teoreminde büyük öneme sahiptir. Temel bir parçacık başka parçacıklara bölündüğü zaman, ürünlerin toplam momentumu baştaki parçacıkların toplam momentumuna eşit olmalıdır. Sadece, lineer momentumu koruyan bu parçacık dönüşümleri mümkündür. Akla gelebilecek diğer işlemler sert bir şekilde yasaklanmıştır.

Uzay izotropiktir; her yönde aynıdır. Bu başka önemli bir korunum yasasını sunar: Açısal momentumun korunumu. Açısal

momentum tüm temel parçacık tepkimelerinde sıkı bir şekilde korunur.

Yine başka bir yasa da enerjinin veya daha doğru bir ifadeyle madde-enerjinin korunumuyla ilintilidir. Bu zamanın simetrisinden doğar. Saatlerimizin hepsinin aynı zamanları ve günleri göstermesi olgusu, basitçe; randevulara birlikte gitmemizi sağlayan insani bir uzlaşmadır. Saat on ikiyi gün ortası diye adlandırmanın özel bir yanı yoktur. Fizikçiler zamanın, uzay gibi bütünüyle simetrik olduğuna, dolayısıyla evren yasalarının şu anda ve gelecek anda aynı olması gerektiğine inanırlar. (Yine okuyucu, eğer evren genişliyorsa ve BÜYÜK PATLAMA'dan doğmuşsa; bu görüşün tam olarak doğru olamayacağı yolunda bir itirazda bulunabilir. Ancak genişlemenin miktarı insani ölçekte ihmal edilebilir orandadır.) Zaman simetrisi, dönüşümler ne zaman gerçekleşirse gerçekleşsin, zamanın içinde bir şeyin değişmeden kaldığı anlamına gelmektedir; dönüşümler ne kadar radikal olursa olsun fark etmez. Bu korunan nitelik enerjidir. Herhangi bir temel parçacık etkinliğinde, toplam kütle-enerjinin çarpışmadan önce ve sonra tamamen eşit olması gerekir.

Bu üç korunum kanunu, kuantum teoremi ve klasik fizik için eşit oranda geçerlidir. Onlar sürekli simetrilere gönderme yapar. Farklı simetriler de vardır. (Bkz. özet makale D KOZMİK KUBBE, YEZ SİMETRİSİ; SÜPERSİMETRİ)

Enerjinin, momentumun ve açısal momentumun korunumu, her günkü uzay ve zamanımızdaki simetrilerle ilişkilidir. Diğer korunum yasaları, daha soyut uzaylardaki sürekli simetriler olarak ifade edilebilir. Örneğin, elektrik yükü tüm işlemlerde korunur. Bu, uzay-zamanda değil de soyut bir "uzay"daki –yüklü parçacığı ifade eden dalga fonksiyonunun fazındaki– bir simetri olarak gösterilebilir. (Bkz. GAUGE ALANLARI) Güçlü çekirdek kuvveti veya renk kuvveti, bir nötron veya proton üzerinde aynı etkiyi yapar. Bu, sözü edilen parçacıkların iç simetrisi ve buna karşılık gelen korunum yasası olarak gösterilebilir. (Bkz. KUANTUM RENK DİNAMİĞİ)

SİBERNETİK

Sibernetik, insani müdahaleye gerek kalmadan kendi kendini düzenleyen sistemleri inceleyen bilim dalıdır. Sibernetik sistem-

ler zeki görünür; dış dünyanın ihtiyaçları ve dalgalanmalarına göre bir seyir izleyebilirler. (Bkz. SİSTEMLER TEOREMİ.)

Sibernetik sisteme temel bir örnek, bir ev ısıtma sistemine bağlı ısı denetleyicidir. Bu araç, oda sıcaklığının çok düşük olduğunu anlar ve ısıtıcıyı çalıştırır. Sıcaklık önceden kararlaştırılmış düzeyin üstüne çıktığı zaman da ısıtıcıyı kapatır. Isıdenetir ve kalorifer ocağı, negatif bir GERİBİLDİRİM halkası içinde çalışır. Negatif geribildirim sibernetiğin anahtarıdır. Bu metotla bir sistem, önceden planlanmış yolundan sapma yapmışsa onu tespit eder ve düzeltir.

Sibernetik sistemler biyolojik olabilir. Bunun örnekleri, bedenlerimizin vücut içi sıcaklığını ve kimyayı (homeostasis) düzenleme yolu ve okyanusların tuz oranını ve atmosferdeki gazların bileşimini belirli bir düzeyde tutan, yeryüzündeki organizmalar arasında işleyen geribildirimdir. Sibernetik sistemler yapay da olabilir; örneğin uzay gemilerinin rotasında ve endüstriyel robotlarda kullanılan pek çok geribildirim halkası gibi. Tüm fabrikalar ve imalat işlemleri sibernetik araçlarla idare edilebilir. Politik ve ekonomik sistemdeki kontroller ve dengeler de onun bir sibernetik sistem gibi çalışmasına neden olur.

Sibernetik sistemler, BİLGİ akışı açısından da ele alınabilir. Kendi kendini düzenleyen sistemler, işleyişlerini önceden belirlenmiş yolda yürütmek için çevreyle olan ilişkileri hakkındaki bilgileri kullanırlar. Çeşitli geribildirim halkaları esasen bilgi akışlarıdır. Bugün, kendi kendini yöneten karmaşık sistemlerin hepsi bilgisayar çipleriyle kontrol edilmektedir. Bir dizi alıcı, örneğin sistemin mekândaki yönelimi ve yaptığı çeşitli işler hakkında bilgi temin eder. Bu bilgi çipler tarafından işlenir ve düzeltici sinyaller vermek için kullanılır.

Biyolog C. H. Waddington, canlı sistemlerin, birbirine bağlı geribildirim halkaları sayesinde oluşan sibernetik davranışın ötesine geçtiklerinin altını çizmiştir; büyüyen bir hayvan veya bitkinin büyümesi kesintiye uğradığında, kendini düzeltebilir. Öte yandan o, mekanik sibernetik bir sistemden farklı olarak başlangıç durumuna dönmez, şayet kesinti olmasaydı bulunacağı noktaya doğru sıçrardı. Waddington bu gelişim yolunu "chreod" diye adlandırır.

SİMETRİ

Bkz. özet makale D. KOZMİK KUBBE; ANTİMADDE; SÜREKLİ SİMETRİLER; YEZ SİMETRİSİ; SÜPERSİMETRİ; SİMETRİNİN BOZULMASI.

SİMETRİNİN BOZULMASI

Simetrinin bozulması, doğanın, en temel simetrilerinin tahmin edilemez bozulması yoluyla evrim geçirdiğini göstermektedir. (Bkz. özet makale D. KOZMİK KUBBE) Fizikçiler, doğanın en temel yasalarının aynı zamanda en basit ve matematiksel açıdan en zarif yasalar olduğuna inanırlar. Örneğin, BÜYÜK PATLAMA ile yaratıldığı andan hemen sonra evrenin tamamen simetrik olduğu düşünülmektedir. Doğanın tüm kuvvetleri eşit güçteydi, temel parçacıkların kütleleri bütünüyle özdeşti ve uzay her yerde aynıydı. (Bkz. BÜYÜK BİRLEŞİK TEOREMLER) Buna rağmen çevremize baktığımızda, bu simetrilerin çoğunun bozulmuş olduğunu görürüz. Galaksiler şeklinde kümeleşen yıldızlar ve kümeleşen galaksiler ve onların oluşturduğu süperkümeler evrensel özdeşlikten uzaktır, bize sıradan görünen kimyasal elementler ve bileşikleri ve biyolojik türleri belirtmeye ise gerek yok.

Başka bir örnek ise, bir mıknatısın kâğıt parçalarını toplayabilmesi ve saça sürülmüş bir tarağın da ufak kâğıt parçalarını havaya kaldırabilmesidir, bu elektrik ve manyetik kuvvetlerin yerçekimi kuvvetinden daha güçlü olduğunu gösterir. Temel parçacıkların çok farklı kütleleri de kuantum maddesinin simetrik olmaktan hayli uzak olduğunu göstermektedir. Ancak böylesine asimetrik bir evren simetrik bir doğumdan nasıl meydana gelmiştir? Doğanın simetrik yasaları niçin simetrik çözümlere sahip değildir? Cevap modern fiziğin köşe taşlarından biri olan simetrinin bozulmasıdır.

Yeni bir bozuk parayı düşünün. Paranın ön ve arkasındaki işaretler bir tarafa bırakılırsa iki yüzü tamamen simetriktir. Yazı tura atılırsa, tura ve yazı gelme olasılıkları eşittir. Yazı tura atılmasını yöneten yasalar paranın iki yüzüne göre simetriktir. Yine de para yere düştüğünde, iki mümkün ihtimalden birisi ortaya çıkar; ya tura ya da yazı gelmiştir. Yazı tura atmak tamamen bir şans olayıdır ve sonuç her zaman iki ihtimalden biridir ki gerçekleşen ihtimal durumun temel simetrisini bozar.

Aynı şekilde, kuantum düzeyinde, simetrik bir yasa hepsinin eşit olasılığa sahip olduğu çeşitli çözümlere sahiptir. Birlikte ele alındığında bu çözümler, orijinal simetriyi yansıtır, tıpkı bir gülün bütün halinde ele alınan taçyapraklarının gülün simetrisini yansıtması gibi. Bir taçyaprak tek başına bu simetriyi bozar. Aynı şekilde, gerçek dünyada, bir dizi eşit olasılık içinden sadece biri veya bir çözüm tezahür edebilir. Sonuç simetrinin bozulması diye adlandırılır. Fiziksel sonuç, onun özel tezahürünü belirleyen yasalardan daha az bir simetriye sahiptir. Bu, daha büyük yapıya ve daha çok bilgiye yönelik evrim simetrisinin bozulması yoluyla gerçekleşir. Zira boş bir sayfa yazılı bir sayfaya oranla daha fazla simetriye sahiptir.

Mıknatıs simetrinin bozulmasına bir örnektir. Her dönen elektronun baştaki izotropik simetrisi bozulmakta mıdır veya sadece saklı mıdır? Fizikçiler, bir simetri bozulduğu zaman, bir bakıma saklı simetriyi korumak için kütlesiz parçacıklardan –bunlar Goldston bozonları diye adlandırılır– oluşan ilişik bir alanın mevcut olacağını kanıtlamışlardır. Yüksek güçte bir mıknatıs söz konusu olduğunda, bunlar, mıknatıstan geçen manyetik salınımlar olan "spin dalgaları" formunu alır. Giderek daha fazla dalga uyarılırsa, baştaki yüksek güce sahip manyetizma kaybolur, dönen tekil elektronlar keyfi yönlere yönelirler ve uzamın izotropik simetrisi yeniden tesis edilir.

Tek bir atom boş uzayda herhangi bir yere yerleştirilebilir. Çevresinde konumunu belirleyici unsurlar olmadığı sürece o, herhangi bir yere konuşlanabilir. Benzer atomlar bir araya getirildiğinde, onlar düzenli bir örüntü –kristal bir kafes– oluştururlar. Her ne kadar kristal kendi simetri derecesine sahip olsa da uzamın toplam simetrisini bozmuştur. Daha önce olduğu gibi, ne zaman simetri bozulursa, fizikçiler, kütlesiz parçacıklardan oluşan yeni bir alan bulacaklarını umarlar. Bu durumda simetrinin bozulmasıyla ilişkili parçacıklar fotonlardır ve onların kristal bir kafesten geçen titreşim dalgaları olduğu anlaşılmıştır. Yeterli miktarda foton uyarıldığında, kristalin titreşimleri öyle bir noktaya kadar artar ki o noktada tüm kafes bozulur ve uzamın baştaki homojen simetrisi yeniden kurulur.

Simetrinin bozulması temel parçacıklar dünyası için de aynı derece önemlidir. Fizikçiler, Büyük Patlamadan hemen sonra

tüm doğa kuvvetlerinin özdeş olduğunu ve tüm temel parçacık kütlelerinin aynı (sıfır) olduğunu düşünmektedirler. Ancak yazı tura örneğinde olduğu gibi, şans eseri belli çözümler gerçekleşmiş ve süreç içinde simetri bozulmuştur. Dolayısıyla evrenin bu ilk anları bir dizi simetri bozulmasını içerir. Başlangıçta KUARKLAR arasındaki renk kuvveti elektrozayıf kuvvetten kopmuş ve hadronlar leptonlardan çok farklı kütlelere sahip olmuşlardır. Sonra, elektrozayıf kuvvet iki parçaya ayrılmıştır –elektromanyetizma ve zayıf kuvvet–. Bu simetri bozulması aşamasında, leptonlar farklı kütleler kazanmıştır. Evrenimiz evrim geçirmektedir.

Her simetri bozulması aşamasında kütlesiz parçacıklar, Goldstone bozonları meydana çıkar. Fakat vakıa bundan çok daha karışıktır. Diğer simetri bozulması türleri Higgs bozonları kütlesiz yeni parçacıklar meydana getirir. Bu kütlesiz parçacıklar etkileşir ve süreç içinde kütle kazanırlar. Elektromanyetik kuvveti taşıyan parçacık –foton– kütlesiz iken zayıf çekirdek kuvvetini taşıyan vektör bozonu kütleye sahiptir. (Bkz. GAUGE ALANLARI)

Kristal kafes veya yüksek güçteki mıknatıs durumunda, gizlenen simetriler tersinmez şekilde bozulmaz. İlişkili kütlesiz bozonlar (kafes titreşimleri veya spin dalgaları) uyarıldığında baştaki simetrinin gölgeleri ortaya çıkar. Sonunda, çok güçlü mıknatıs özelliği ortadan kalktığında veya kristal kafes bozulduğunda, baştaki simetri yeniden belirir. Temel parçacıklarda da buna benzer bir şey olur. Yüksek enerjili parçacık çarpışmaları sayesinde veya evrenin yaratılışına yakın anlarda ortaya çıkan yeterince yüksek sıcaklıklarda, elektromanyetik kuvvet ile zayıf çekirdek kuvveti birbirinden ayrıştırılamaz olur. Fizikçiler, kocaman parçacık hızlandırıcılarının üretebildiğinin çok ötesindeki enerjilerde, renk kuvvetinin elektrozayıf kuvvetten ayrıştırılamaz olacağını tahmin etmektedirler. Bu durumda, koşullar, evrenin Büyük Patlama anındaki koşullarıyla aynı olacaktır.

SİNİRBİLİM

Sinirbilim, beyni inceleyen bir alan olarak çok geniş kapsamlı bir bilimdir. Şu soruları sorar: Nöronlar nedir ve nasıl çalışır? Nasıl grup oluştururlar ve birbirleriyle nasıl bağlantı kurarlar? ALGI, motivasyon, motor kontrol, HAFIZA ve öğrenme yetile-

rimize hangi sinirsel etkinlik eşlik etmektedir? Sinirsel yapılar kaza veya hastalık yoluyla oluşan beyin hasarından nasıl etkilenmektedirler ve onların onarılma ihtimalleri nedir?

Sinirbilim temelde nöronları inceleyen bir alandır ve bu yüzyılın yeni bir bilimidir. Eski Yunanlılar bile beynin bilinçli hayatımızla temel bir ilişkisi olduğunu fark etmişlerdi. Ancak insanın zihinsel kapasitesi ile kafatasının içindeki gri madde kilogramı arasında özel bağlantılar kurma çabası içinde, sadece çok dolaylı ve genel gözlemler mümkündü. Önceden tedarik edilen boyama teknikleriyle beyin dokusundan alınan bir parçanın mikroskoptaki görüntüsü, sayısız bitkilerden oluşan küçük kısımları içeren sıkı bir orman diliminę çok benziyordu. Ancak 19. yüzyılın sonuna doğru "Golgi boyama" tekniği, birkaç nöronu bütünüyle boyarken, diğerlerini dokunmadan bırakma imkânını sundu. Bu, NÖRONLARın, beynin temel işlevsel birimleri olduğu keşfine yol açtı. Bu çalışmalarından dolayı, Camillo Golgi ve S. Ramon y Cajal Nobel Ödülünü 1906'da paylaştılar.

Beynin yapısını ve fonksiyonunu incelemek için sürekli geliştirilen teknolojiyle birlikte, sinirbilim, bir bilgi patlamasına yol açtı. Beyinle ilgili şimdi bilinen gerçekler etkileyicidir, her ne kadar onlar bilinmesi gerekenlerin sadece küçük bir kısmını oluştursalar da. Fakat gerçekler tek başına gelişmiş bir bilim alanı oluşturmazlar. Bilim alanı, soracağı soruları saptayacak ve gerekli deneysel araştırmayı çerçevelendirecek baskın bir paradigmaya sahip olmalıdır. Henüz sinirbilimde böyle bir birlik yoktur. Ölçek açısından gerekli beyin araştırması, minik moleküllerden veya sinapslardan tüm beynin incelenmesine kadar uzanmaktadır. Sinirbilimciler genelde bu düzeylerden birinde uzmanlaşıp diğer alanların bilgisiyle pek ilgilenmezler. Her bir düzeyde çalışan bilim adamları, motor kontrol ve görmeden bilince kadar her şeyin açıklamasını, o düzeydeki faaliyet açısından bulma gayreti içindeler.

1994'de Arizona'daki Tucson'da bilinç için bilimsel bir temel bulma adına yapılan ilk büyük disiplinler arası konferansta, bu paradigmatik birlik eksikliği iyice ortaya çıkmıştır. Beş günlük konferansın her günü, beyin faaliyetinin bir düzeyine –kuantum düzeyi, moleküler düzey (Bkz. Nanobiyoloji), hücresel düzey (tekil nöronlar), SİNİRSEL MODÜLLER ve beynin tümü– odaklı

teoremler ve araştırmalara ayrılmıştı. Konuşan hiçbir sinirbilimci, kendi düzeyini diğerleriyle ilişkilendirmedi ve sadece felsefeciler farklı günlerde söylenenleri birleştirmeye çalıştılar. (Bkz. BEDEN-ZİHİN SORUNU.)

Beynin evrimi, sinirbilimin neden fizik veya kimya gibi henüz olgun bir bilim olmadığının başka bir nedenidir. İnsan beyni doğanın yavaş uyumlarının katmanlarına sahiptir; her katman kendisinden önce gelenin üzerine nakledilir. Nasıl ki bağışıklık sistemi hastalığa karşı savaşında çeşitli silahlar kullanıyorsa, beyin de farklı fonksiyonlar gerçekleştirirken evrimleşmiş çeşitli kapasite düzeylerini kullanmaktadır. Genelde bunlar birbirlerini tamamlar ama bazen çatışmaya da düşerler. Zihnin bilgisayar modellerine yönelik pek çok eleştiri, makinelerin niçin asla beyin gibi çalışamayacağının bir nedeni olarak beynin karmaşık, organik tarihini göstermektedirler. Yine de insanlar, bunu, bir terliksi hayvanın "sinir sistemi" üzerine nakledilmiş, bir kurbağa beyninin üzerine nakledilmiş beyin kabuğuyla yapabileceklerini düşünmektedirler. İnsanın zihinsel faaliyetini basit genellemelerle özetlemek imkânsız olabilir.

SİNİRSEL DARWİNİZM

Sinirsel Darwinizm, Nobel Ödülü sahibi Gerald Edelman (Bright Air, Brilliant Fire; The Remembered Present) tarafından, sinirbilim ile psikolojiyi bilincin yeni bir fiziksel teoremi içinde birleştirmek için geliştirilen bir teoridir. Teori spekülatif ve tartışmalıdır; yine de bu alanda sunulmuş en heyecan verici ve esaslı teorilerden birisi olduğu yönünde yaygın bir kanı vardır.

Edelman, kitaplarının birinde kelimelerle yapılan eski bir oyunu alıntılayarak, beden-zihin araştırmalarındaki geleneksel tartışmayı özetler: "What is mind? No matter. What is matter? Never mind."[8] Sinirbilimde Darwin'i takip edenler, zihni, biyolojik evrimin maddi bir nesnesi, indirgemeci bir genetik koddan kaynaklanan bir sinirsel "teller" sistemi olarak görürler. Freud'u takip eden, daha psikolojik bir kolda bulunanlar ise zihni, "psişe" olarak, yani beyin yapısından büyük oranda bağımsız, kendi başına yaşayan psikolojik bir varlık olarak görürler. Edelman

8. Zihin nedir? Önemli değil. Sorun nedir? Boşver. (y.h.n.)

kendisinin hem Darwin hem de Freud'dan etkilendiğini düşünür. Beynin ve psikolojik deneyimimizin nörobiyolojik işleyişlerinin biçimsel olduğuna inanır ve her ikisini de fiziksel bir zihin teoremiyle açıklamanın bir yolunu aramaktadır.

YAPAY ZEKÂ'nın pek çok eleştirmenleri gibi Edelman da beynin bir bilgisayar olduğu şeklindeki fikirlerden uzak durmak ister. "Katı bir şekilde fizik ve biyolojiye dayalı" teoremiyle, zihnin bilinçli olduğunu, bilgisayarın ise böyle olmadığını belirtir. Zihin tecrübeye sahiptir; bilgisayar ise sahip değildir. Ve beyindeki bilinç, bilgisayardaki noktadan noktaya donanım sistemine hiç benzemeyen yapıların evrimiyle alakalıdır.

Edelman, beynin ihtiyacının çok ötesinde bir sinirsel kapasiteyle vücuda geldiğini savunur. Daha sonra beyin, deneyimin çeşitli yanlarını açıklayan işbirlikçi nöron demetleri, "sinir grupları" şeklinde bölünür. Beyin, deneyimle diyalog kurmakla meşgul olurken, duyusal ve fizyolojik bazı sinirsel gruplar, Darwinci evrim süreci yoluyla en çok tercih edilen gruplar olarak belirlenir. Bu gruplar daha sonra sürekli devam eden bir öğrenme ve yeniden sınıflandırma işlemi süreci içinde, kendilerini devamlı yeniden düzenlerler. Geri kalanlar yol olur gider. Dolayısıyla William James gibi Edelman da insan beynini bir varlıktan çok dinamik bir süreç olarak görür: Gelişen embriyo içindeki hücresel harekete karşılık olarak ortaya çıkan ve yaşam boyu varlığını koruyan, sürgit değişen yapısıyla mükemmel derecede uyumlu bir organ. Bir beynin deneyimi diğerinden farklıdır; bir beyin diğerine benzemez. Bir beyin, her zaman aynı değildir, zaman zaman değişir ve genetik şifre, plandan ziyade bir dizi sınırlamalardır.

Edelman, zihnin temel problemlerinin çözümünün, beynin karmaşıklığında ve temelde karmaşık biyolojik sistemler düzeyinde ortaya çıkan yeni düzenleyici ilkelerde bulunabileceğini düşünmektedir. Beyin çok sayıda yapı ve organizasyon düzeyine sahiptir; onların her biri farklı ihtiyaçlara karşılık olarak farklı zamanlarda evrilmiştir. Edelman'a göre, beyindeki her düzey ve her sinirsel "harita", etkileşimli "yeniden giriş" halkalarından oluşan bir sistemle birbirine bağlanmaktadır. Ve bu sonuçta bizim bilinç kapasitemizi doğurmaktadır.

Edelman, BAĞLANTI SORUNU'nu da içeren beynin görsel işlem yetilerini anlarsak, bilincin ortaya çıkışını da anlayabiliriz savı üzerinde çalışmaktadır. Hacimli deneysel araştırmalarını görme üzerine yaptı. Bilincin fiziksel teoremlerine yöneltilen tüm diğer eleştiriler onun için de geçerlidir: Beynin görsel verilerinin nasıl işlediğiyle ilgili hiçbir kavrayış derecesi bilinçli görsel deneyime nasıl sahip olduğumuzun tam bir açıklamasını sunmayacaktır. Her halükarda gözden kaçırılan bir faktörün varlığı söz konusudur.

SİNİRSEL ŞEBEKELER

Paralel işletimciler olarak da bilinen sinirsel şebekeler, 1980'lerde geliştirilen yeni bir bilgisayar türüdür; fakat onun üzerinde yapılan henüz tamamlanmamış çalışma yirmi yıl öncesine dayanmaktadır. Örüntü veya model –yüzler, sesler, kokular, el yazısı vb– tanıma ve basit öğrenme kapasitesine sahip olarak, bilgisayar teknolojisinin potansiyelinde devrim yapmışlardır.

Sinirsel şebeke teoremi, beynin aynı adı taşıyan sinirsel şebekelerinin bilgisinden esinlenilerek geliştirilmiştir. Beyin iki çeşit sinirsel bağlantıya sahiptir: Bir kişisel bilgisayarda olduğu gibi, bilginin seri şekilde işlendiği birebir "sinirsel yollar" ve içlerindeki bir sinir demetinde binlerce nöronun birbirine bağlandığı, karmaşık "sinirsel şebekeler." Yapay sinirsel şebekeler, kuşkusuz, biyolojik nöronlardan değil de, birbirleriyle bağlantılı elektronik işlem elementlerinden (çiplerden) tesis edilir.

Çoğu sinirsel şebeke üç çeşit nörona sahiptir: Girdi nöronu, merkezi nöron ve çıktı nöronu. Her bir girdi ve çıktı nöronu merkezi nöronlara bağlıdır ve merkezi nöronlar da genelde çift yönlü olarak birbirlerine bağlıdır. Bir nöron "ateşlendiğinde" o, bağlantılı olduğu diğer tüm nöronları uyarır. Onların aralarındaki bağlantılar değişik güçtedir. Sonraki birim ancak tüm girdilerinden yeterli net uyarım almışsa ateşlenir. Bir girdi alındığında, sistem bir dizi aşamadan geçer ve bir çıktı örneği verir. Tüm hadise, topun karşılaştığı çeşitli engeller ve deliklerle temsil edilen değişken bağlantı güçlerine sahip bir tür kumar otomatının çalışmasına benzer. Herhangi bir girdi için sistemin durumu (yani topun konumu), nihayetinde bu ya da şu sonucu ortaya çıkarana kadar değişip duracaktır.

Bir sinirsel şebekenin performansı –verili her girdiden hangi çıktının elde edildiği– tamamen bağlantı güçlerine bağlıdır. Dolayısıyla bu bağlantı güçlerini değiştirme imkânı varsa, performans da değişecektir –yani makine "öğrenebilir"–. Bu öğrenmeyi yöneten ilk temel kaideler fizyolog Donald Hebb tarafından 1949'da formüle edilmiştir. Onlar DAVRANIŞCILIK'ta anlatılan uyarım-tepki öğrenmesinin genelleştirilmesidir. (Ayrıca Bkz. HAFIZA)

Bir sinirsel şebeke öğrenmeye başladığında, herhangi iki birim arasındaki bağlantı gücü, onlar aynı anda ateşlenmişse, artar. Böylece bir grup girdi birimi, sık sık birlikte ateşlenirse, daha güçlü bir şekilde birbirlerine bağlanırlar; gelecek sefer birlikte ateşlenme eğilimlerini artırırlar. Bu prosedür alışkanlıkların ve şartlı reflekslerin oluşmasına çok benzer. Daha sonra grubun herhangi bir parçası harekete geçirildiğinde, o tüm grubu harekete geçirme eğilimi gösterecektir. Bu yüzden söz konusu makineler sadece onun bir kısmı veya bir değişiği –farklı el yazılarıyla yazılmış posta kodları gibi– tarafından uyarılan bir örüntüyü tanıyabilmektedirler.

Sinirsel şebekeler örüntü tanımak veya bağlantı yoluyla öğrenmek için bir model teşkil ederler. Sonunda bu model, bazı insani algı ve öğrenme türleri için yaygın kabul gören bir model olmuştur. İnsanlar başka bir kişiyi yüzündeki bir gülümsemeden veya ses tonundan tanıyabilirler ve sonra o insanla ilgili geçmiş çağrışımları akıllarına gelir. (Bkz. BAĞLANTICILIK)

Sinirsel şebekeler ve kişisel bilgisayarlarımız gibi daha standart seri bilgisayarlar, güçlü ve zayıf yanlarıyla birbirlerini tamamlarlar. Sinirsel şebekeler, aritmetik gibi seri hesaplamaya özgü kurallı işlemlerde zayıftırlar. Öte yandan örüntü tanıma kapasiteleri seri bilgisayarlarınkinden çok üstündür. Her iki tür hesaplama muhtemelen insan beyni tarafından yapılmaktadır ve her biri faydalı makine uygulamalarına sahiptir. Sinirsel şebekeler örneğinde, onlar daha yeni keşfedilmeye başlanmıştır; paralel hesaplamanın ardında yatan teorem bebeklik evresindedir.

Sinirsel şebekelerin mevcut uygulamaları, parmak izlerini ve kokuları tanıma, taşları sınıflandırma, imza sahtekârlığını tespit etme ve şirket satışlarının tahminini içermektedir. Bu şebekeler, son zamanlarda diyabetler gibi durumlarla klasik

olarak bağlantılı kokuları tanımaları hasebiyle tıpta güçlü bir teşhis aracı olmuşlardır. Bu uygulamaların her birinde, sinirsel şebeke pek çok veri parçasıyla beslendirilir; şebeke de ilk evrelerde, verileri nasıl gruplandıracağını "düşünür." Pratikle birlikte makine, genelde bunu kendisi için yapmayı öğrenir. Bu uygulamalar seri hesaplamaya dayalı UZMAN SİSTEMLER'e bir alternatif teşkil etmektedir.

Bunlarla birlikte sinirsel şebeke teknolojisinin büyük dezavantajları vardır. Beyinde bulunan herhangi bir şeyden çok daha basit olsalar da, makinelerin üretimi pahalıdır. Bir böceğin beyni bile yaklaşık 100.000 nörona sahipken, bir sinirsel şebeke çipi sadece birkaç yüz "nöron"a sahiptir. İnsan beyni bir milyon kat daha karmaşıktır. Onlar gerçek beyinlerle kıyaslandığında basit kalsalar da, sinirsel şebekeler kuramsal analiz için çok karmaşıktırlar. Örneğin, bu makinelerin hangi içsel kurallar veya işlemlerle bir şarabın veya parfümün kokusunu diğerinkinden ayırmayı öğrendiklerini bilmiyoruz. Dolayısıyla onların yeni koşullarda başarılı çalışacaklarından emin olamayız. Bu belirsizlik, onların uçak kullanma ya da mahkeme kararları verme gibi uygulamalarda kullanılmasını engelliyor.

Paralel hesaplamanın bazı dezavantajlarının üstesinden, sinirsel şebekelerin seri bilgisayarlar üzerinde taklit edilmesi veya benzerlerinin yapılması (simülasyon) yoluyla gelinebilir. Simülasyon mühendisleri bir sinirsel şebekede her bir "nöron"un bir kereliğine yapacağı bir işlem için bir program geliştirdiler ama burada dahi hız sınırlamaları teknolojiyi birkaç bin nöronluk şebekelerle sınırlandırmaktadır. Simülasyonun yapıldığı bu makineler yavaş öğrenirler ve sadece sınırlı sayıda örüntüyü depolayabilirler. Görsel dünyanın karmaşıklıkları onları aşar.

SİNİRSEL MODÜLLER

Sinirsel modüller, bir işi yerine getirme ihtiyacı belirdiğinde işbirliği yapan, beyindeki sinir hücrelerinin oluşturduğu paketler veya kolonlardır. Her modül yaklaşık 120.000 sinir hücresini içerir; ki onların çoğu aynı koşullar altında aynı anda aktiftirler.

Beyin kabuğunun çoğu, belki de hepsi, sinirsel modüller şeklinde düzenlenmiştir; öyle ki benzer fizyolojik işlevlere sahip sinir hücreleri yan yana gelir. Bu, görme, dokunma ve diğer

duyusal ve motor alanlar üzerinde yapılan deneylerle kanıtlanmıştır. Çoğu sinir hücresi bağlantılarının yerel, yaklaşık 1 ile 2 milimetre ebadında olduğu yönündeki anatomik olgudan da bu gerçek tahmin edilmiş olabilir.

Mikro elektrotlarla yapılan çalışmalar, sinirsel modüllerin yapı ve işlevinin açık bir şemasını sunmuştur. Bunlar tek bir sinir hücresinden kaydedilecek kadar küçük şeylerdir; dolayısıyla sinir hücresinin performansı, ilişkili bir sinirsel uyarım veya motor davranışı ile bağlantılandırılabilir. (Bkz. ALGI.) Beyin zarı, 2 ile 4 milimetre arasında kalınlığa sahip katlanmış bir tabaka şeklindedir. Aynı işleve sahip sinir hücrelerinin bir modülü veya kolonu, genelde, yaklaşık 0,5 mm^2'dir ve zarın tüm kalınlığı boyunca dolaşır. Modülün fonksiyonu, aldığı veriden bir özellik hakkında bilgi çıkarımı yapmaktır; örneğin belli bir retina konumunda kaydedilen bir renk hakkında. O daha sonra bu bilgiyi ileri işlem için aktarır.

SİSTEMLER TEOREMİ

Sistemler teoremi kullanılarak, bir şirketin, ulusal bir demiryolunun, bir bilgisayarın, hatta insan vücudunun çalışmasını bir dizi genel kuralla açıklamak mümkündür. Tüm yaklaşım, çok karmaşık organizasyonları, nispeten kendi başına çalışan birbiriyle bağlantılı alt sistemlere ayırmaktan ibarettir. Bazıları oklar (uyarım ve engelleme) ile birbirine bağlanır. Aynı kurallar farklı türlerdeki çok sayıda sisteme uygulanabilir.

İnsan vücudu kalp, akciğer, karaciğer, böbrek ve beyin içerir. Bunların her biri tüm bedenin yerli yerince çalışmasına katkıda bulunur ve ondan bağımsız olarak mevcut olmaz (normalde). Bir organın yapısını ve işlevini daha ince düzeylerde –örneğin, biyokimyasal ve hücresel muhteva açısından– incelemek mümkün olsa da sistemler teoreminin bakış açısına göre, onun, sadece bir KARA KUTU, çeşitli girdilere karşı belli bir çıktı veren bir alt sistem olarak düşünülmesi gerekmektedir. Bazı organlar, diğer organlar üzerinde etkili olan biyokimyasal maddeler salgılarlar ve karşılığında bu salgının artması veya azalması gerektiğini işaret eden kimyasal mesajlar alırlar. Sistemler teoremine göre, bütün işlevin dinamiğini yaklaşık olarak tarif etmek için söz konusu organın detaylı hücresel muhtevasını anlamak gerek-

sizdir. Bilim adamlarının bilmesi gereken tek şey, organın aldığı mesajlara nasıl karşılık verdiğidir.

Sistemler teoremi çok çeşitli alanlarda uygulamaya sahiptir. Buna göre, makinelerden, insan organizasyonlarına, ekolojilere, bitkilere ve hayvanlara kadar her şey bir dinamik sistem olarak modellendirilebilir. Bu, yönetim teoremine güçlü bir yaklaşım sunar. Bir organizasyonu ziyaret eden biri, fiziksel olarak birbirinden ayrılmış çeşitli binalar ve ofisler görür. Aynı organizasyon, ham maddelerin girişi ve onların işlenişi ve sonunda bir ürün olarak pazarlanması şeklinde de görülebilir. Söz konusu organizasyon, ayrıca, bilgi ve kararların, telefon hatları, bilgisayar bağlantıları, bölümlerarası mailler ve yönetim kurulu toplantıları sırasında amirlerin sözlü talimatlarıyla meydana gelen akış biçimi açısından da değerlendirilebilir.

Sistemler teoremi bir organizasyonun iç dinamiğini bilgi akışı veya bir ürünün üretilmesinde etkin olan çeşitli işlem zincirleri açısından analiz eder. Alt sistemler ve onların sınırları onların diğer alt sistemlerle bağlantıları ile birlikte tarif edilir. Farklı kara kutular veya alt organizasyonlar keşfedildikten sonra tüm organizasyonun dinamik bir modeli tesis edilebilir. Bir kez bu model, bir dizi birbiriyle bağlantılı kutular (alt sistemler) olarak diyagram şeklinde çizildiğinde, nerede iletişim hatlarının eksik olduğu veya nereye GERİBİLDİRİM halkalarının eklenmesi gerektiği hemen ortaya çıkar. Bir organizasyonu diyagram şeklinde görmek onun iç yapısı ve bilgi, kararlar ve komutların akış yolu hakkında açık bir manzara sunar bize.

Genel sistemler teoremi organizasyonlar ve doğal sistemlerin işleyişinin bir bilgisayar üzerinde modellendirilmesini sağlar, bu da hem verimlilik ve üreticiliğin artırılmasını hem de yönetim yapısındaki kusurların ortaya çıkarılmasını sağlar. Negatif geribildirim, her defasında önceden düzenlenmiş bir normdan sapan bir davranışı düzelten küçük düzelti sinyalleri yoluyla bir sistemi kararlı hale getirir. Bu sistemler sistemin eski işleyişine dönmesini sağlar. (Bkz. SİBERNETİK)

Ama eğer düzeltici bir sinyalin gönderilmesiyle onun alınması arasında kayda değer bir gecikme varsa? Bu durumda, davranış ve düzeltme aynı evrede gerçekleşmez ve geribildirim sistemi dengelemek ve kararlı kılmak yerine onun işleyişini bir dizi

salınımlara sokar. Dinamik modellendirme potansiyel olarak bu tehlikeli durumları tarif edebilir ve ona göre bir organizasyonun iç yapısını değiştirebilir.

En basit sistemler, artan etkileri (pozitif geribildirim) veya azalan etkileri (negatif geribildirim) gösteren iki okla birbirine bağlı iki kutudan oluşur. Bu basit durumda olan üç olası sistem vardır. Eğer her iki ok da pozitif ise, iki kutu işbirliği yapıyordur. (Bkz. ORTAK EVRİM) Eğer biri pozitif diğeri negatif ise bir AVCI-AV sistemine sahibiz demektir. İki negatif ok rekabet halindeki (Darwinci) bir sistemi işaret eder. (Bkz. DARWİNCİ EVRİM) İki kutuyla olası sistem türlerinin sayısı hemen artar.

Genel sistemler, alt sistem şebekeleri, girdiler, çıktılar ve geribildirim halkalarıyla birlikte, bu kitapta ele alınan, lineer olmayan sistemlerin tüm ayırt edici özelliklerini –kararlılık, dalgalanmaların büyümesi, salınımlar, KELEBEK ETKİSİ, hatta kaos (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON)– sergileme kapasitesine sahiptir. Dolayısıyla etkili kontrol, yukarıdan aşağıya katı komutların verilmesi gibi eski moda mekanik nedensellik içinde değil de daha ziyade organizasyonu çeşitli alt sistemlere ayırmak ve sonra onun karakterini ve alanını belirlemekte yatar. Davranışın potansiyel olarak tehlikeli alanlarını analiz etmek suretiyle organizasyonun yapısını uygun şekilde değiştirmek mümkün olabilir. Etkin organizasyonlar, yönetim yapısının yukarıdan komutlar veren katı, sabit yapılar değil de sadece bir taraf veya alt sistem olduğu dinamik bütünler olarak düşünülebilir.

Yaratıcı yöneticiler metaforlar ve hayaller edinmek için bilimlere yönelirler. Değişimler ve yeni teknolojilerin hızla yaşandığı bir dünyada, işin doğası ve ulusal ve de ekonomik sınırlar sürekli değişmektedir. Bu değişime ayak uyduracak şekilde organizasyonu ayarlamak önemlidir. Alt sistemlerin etrafındaki sınırlar katı bir şekilde belirlenmiş veya pratik değilse ve eğer, onların oluşturduğu külli sistemin sınırları yetersiz oranda tanımlanmışsa sistemler teoremi bile çok katı bir yaklaşım olabilir. Bunun yerine, organizasyonlar, çevreyle sürekli iletişim halinde olan ve kendi kendini düzenleyebilen AÇIK SİSTEMLER olarak düşünülmelidir. Ayrıca öğrenen sistemler kavramı, onların değişen bir dünyaya zekice karşılık verme tarzını açıklamak için organizasyonlara uygulanmıştır.

Bir şirketin ifade ettiği anlam, Rönesans Avrupa'sında ilk kez bankacılığın ve ticarethanelerin ortaya çıkışı gibi köklü bir perspektif değişimi geçirmektedir. Pek çok organizasyonda, yaratıcı yöneticiler, ekonomi ve vergi kanunları kadar, göstergebilim, çağdaş sanat ve kuramsal fizik de öğrenme eğilimi içindedirler. Bu ilgiler eşkiden münhasıran kâr, verimlilik ve üreticilik için idiyse de, bugün insani, çevresel ve estetik değerleri geliştirmeye de hizmet etmektedir. (Bkz. özet makale B. BİLİM VE DÜŞÜNCEDE DÜZEN)

ŞİŞME TEOREMİ

Şişme teoremi, evrenin yaratılışına dair BÜYÜK PATLAMA modelinin zarif ama tartışmalı bir yorumudur. Şişme modellerine göre evren, varlığının ilk 10^{-34} saniyesinde 10^{50} kat ya da daha fazla genişlemiştir. Bu modellerin ilk versiyonu 1976'da Alan Guth tarafından öne sürülmüştü ve o zamandan itibaren farklı versiyonları formüle edilmiştir. Tüm şişme modelleri standart Büyük Patlama teoreminden kaynaklanan üç sorunu çözmeye koyulmuştur.

İlk sorun, düzlük sorunu olarak bilinir. Deneysel gözlemler, evrenin 0,2 ile 2 arasında bir omega yoğunluk parametresine (metre küp başına düşen ortalama kütle) sahip olduğunu göstermektedir. Eğer omega tam 1 olsaydı, sonuç açık ile kapalılık sınırında duran, düz bir evren olurdu. (Bkz. İZAFİYETÇİ KOZMOLOJİ) Bu dikkat çekicidir; çünkü omega=1 kararsız bir noktadır. Eğer evren bundan en ufak bir sapmayla başlamış olsaydı, omega şimdi 1'den hayli uzaklaşmış olacaktı ve biz mevcut olmayacaktık. Eğer omega 1'den çok küçük olsaydı, evren çok uzun zaman önce çökmüş olacaktı. Eğer omega 1'den çok büyük olsaydı, kütle çekimi yıldızların oluşmasına yetmeyecek kadar zayıf olacaktı. O halde evren niçin bu denli düz? (Bkz. ANTROPİK İLKE)

Büyük Patlamanın önündeki ikinci sorun (önemi tekbiçimlilik) özdeşlik sorunudur. Evrenin 300.000 yaşındaki hâlinden kalma minik "buruşukluklar" (Bkz. MİKRODALGA ARKA ALANDA BURUŞUKLUKLAR) hariç, bu arka alan radyasyonu, uzamın her yönünde, aynı, 10^{4}'te bir büyüklüğündedir. Yine de Büyük Patlamadan hemen sonra zıt yönlerdeki bölgeler etkileşime

geçmemişlerdir. Hangi fiziksel mekanizma varlıkları böylesine özdeş, bir örnek, tekbiçimli tutmuş veya yapmıştır?

Üçüncü sorun anti madde sorunudur. Her madde parçacığı kendisine denk bir ANTİMADDE'YE sahiptir ve o ikisi birleştiğinde, her ikisi de yok olmaktadır. Bununla birlikte evrenimiz esasen anti maddeden değil, maddeden oluşmaktadır. Bu nasıl olabilir? Çarpışan çeşitli galaksi çiftlerini gözlemleyebiliyoruz, oysa onların hiçbiri madde ile anti maddenin birbirini karşılıklı yok etme özelliğinin gözle görülebilir işaretlerini sergilemiyor. Tüm madde başlangıçtaki aynı sıcak radyasyon denizinin yoğunlaşmasından oluşmuştur. O halde anti maddeyi oluşturan şey nedir? Anti maddeden daha fazla madde oluşması için, başlangıç aşamasında fizik yasalarında küçük bir asimetrinin var olmuş olması gerekirdi. Şimdi gördüğümüz şeyin, madde ile anti maddenin birbirini yok etmesinden sonra geriye artık kalan madde olduğu sanılmaktadır.

Şişme teoremlerine göre, evren 10^{-36} ilâ 10^{-34} saniye arasında bir yaşta iken, devasa bir şekilde genişlemiştir. Bu, üzerinde noktalar olan bir balonun şişmesine benzer: Balon şiştikçe noktalar birbirinden uzaklaşır. İki nokta arasındaki mesafe ışık hızından daha hızlı artsa da bu münhasır İZAFİYET'e ters düşmez. Noktalar balonun üzerinde hareket etmiş değildir; onların arasında daha fazla alan (balon yüzeyi) yaratılmıştır. Evrenin büyüklüğü üzerindeki bu balon etkisi, onu belki de 10^{50} kat daha "düz" yapmıştır. Bugün onun gözlemlenen düzlüğü (omeganın 1'e yakın olduğu) neredeyse başlangıç koşullarından kaynaklanmıştır. Dahası, bugün mikrodalga radyasyonunu görebildiğimiz tüm bölgeler, başlangıçtaki şişen bölgeyle yakın temas içindeydi. Bu özdeşlik tek biçimlik sorununu çözmektedir.

Hangi fiziksel mekanizma böylesine yoğun bir şişmeye yol açabildi? Bunun bir cevabı, parçacık fiziğinin STANDART MODELİ'nin iki bileşenini (Bkz. özet makale D. KOZMİK KUBBE), ELEKTROZAYIF KUVVET ve renk kuvvetini birleştiren çeşitli BÜYÜK BİRLEŞİK TEOREMLER (BBT)'de bulunmaktadır. (Bkz. KUANTUM RENK DİNAMİĞİ) BBT'de doğanın bu iki ayrı kuvveti evrenin erken zamanlarındaki yüksek enerjilerde birleşmiştir. Evren genişleyip soğuduğunda, daha yaklaşık 10^{-36} saniyelik yaşında iken, renk kuvveti karışımdan "kristalleşerek" oluşmuştur.

Bu noktada, uzay-zamanın yapısı içinde yoğun bir genişleme gerçekleşmiştir. Bundan hemen sonra baryonlar (protonlar ve nötronlar) oluşmuştur. BBT'de, hâlihazırdaki kuantum renk dinamiğinden farklı olarak, baryonik yasalarda ufak bir asimetri bulunabilir. Öyle ki bu asimetri sayesinde, madde anti madde üzerinde üstünlük kurmuştur.

Şişme teoremleri inceliktir ama BBT'in tahminlerini sınamak için parçacık hızlandırıcılarımızda yeterince yüksek enerjiler yaratma imkânımız henüz yoktur. Bu durumda, kendimizi, fizik ve astronominin felsefeyle buluştuğu sınıra yakın bir yerde buluyoruz. Bu noktada, bir teori deneysel temellerden ziyade basitlik ve estetik cazibesi yüzünden kabul edilir ya da edilmez. Fakat bir Büyük Birleşik Teorem bile kütle çekimini kapsamamaktadır ve dolayısıyla o, PLANCK DÖNEMİ'ni, evrenin varlığının ilk 10^{-43} saniyesini açıklayamaz. Bu yüzden daha kapsamlı ve kurgusal HER ŞEYİN TEOREMLERİ'ne ne gerek vardır.

TAKYONLAR

IŞIK HIZI'ndan daha hızlı hareket eden bir şey mevcut mudur? Bazı fizikçiler ışıktan hızlı parçacıkların var olduğunu ileri sürmüştür. Einstein'ın izafiyet teoremi, bir parçacık hızlandıkça kütlesinin arttığını göstermektedir. Bu demektir ki çok hızlı yol alan bir parçacık, daha yüksek bir hıza ulaşmak için, yavaş yol alan bir parçacığa oranla daha fazla kuvvete gereksinim duyar. Hız ışık hızına çok yakın olunca parçacığın hızını artırmak için gereken kuvvetin miktarı sonsuz olur. Işık hızında, bir parçacığın kütlesi sonsuz olurken, uzunluğu (hareket yönündeki) sıfıra düşer.

Einstein'ın teoreminde ışık hızı, çeşitli nedenlerden dolayı maddi bir parçacığın veya bir bilgi sinyalinin varabileceği mutlak hız sınırını temsil eder. Buna rağmen bazı fizikçiler, ışık hızının ötesinde bulunan garip bir ayna dünyanın varlığını, takyonlar diye adlandırılan temel parçacıkların yer aldığı bir dünyanın varlığını ileri sürmüşlerdir. Nasıl ki ışık hızı, bizim dünyamız içinde bir sınırı temsil ediyorsa, o takyonların dünyası içinde de bir sınırı temsil eder. Bir elektrona kuvvet uygulandığında o yüksek bir hıza çıkar. Bir takyona kuvvet uygulandığında takyon yavaşlar. Nasıl ki bir elektronu ışık hızına çıkarmak için sonsuz

kuvvet gerekiyorsa, aynı şekilde bir takyonun hızını ışık hızına indirmek için de sonsuz kuvvet gerekir. Şayet varsa, takyon dünyası bizim arı dünyamızın aynadaki garip bir yansıması olmalıdır.

Bugün çoğu fizikçi takyon önerisini ciddiye almamaktadır; bunun nedeni, takyonların henüz gözlemlenmemiş olması veya onların fiziğin temel bir yasasını bozması değil, onların varlığını kabul etmenin, fizikçilerin karşılaştıkları pek çok sorunun ve anormalliğin çözümünde onlara bir yardım sağlamayacağıdır. Bir dizi yeni parçacıkla meseleleri daha da karmaşıklaştırmanın bir anlamı yoktur. Dolayısıyla string teoreminin ilk versiyonu gibi teoremler takyonların varlığını öngörüyorsa, bunun teoremde hataların bulunduğunu işaret ettiği varsayılmaktadır.

TAMAMLAYICILIK

Dalgalar ve parçacıklar köklü şekilde farklı davranış ve özelliklere sahiptirler. Işığın hem dalga hem tanecik olduğunu nasıl anlayabiliriz? Onu hangi yollarla tarif edebiliriz? Niels Bohr'un ilk kez 1927 yılında yayımladığı Tamamlayıcılık İlkesine göre her tanım diğerini dışarıda bırakır, ne var ki her ikisi de gereklidir; birbirlerini tamamlar. Pazartesi, Çarşamba ve Cumaları dalgalar, Salı, Perşembe ve Cumartesileri parçacıklar hakkında dersler veren William Bragg'ı severiz. Bütün kurs tam bir şemayla sona erer. Diğer tamamlayıcı çiftler konum ve momentum ile enerji ve kütledir.

Tamamlayıcılık, çok geçmeden Bohr ve sonradan onun takipçilerinin, kuantum mekaniğinin ortaya çıkan dünya görüşüyle klasik fiziğin sunduğu eski gerçeklik şeması arasındaki tüm açık çelişkileri ve çatışmaları sarstığı büyülü bir değneğe dönüştü. Bohr, kuantum deneylerinin DALGA/PARÇACIK İKİLİĞİ ve kuantum matematiksel tanımı gibi kategorileri gerektirdiği gerçeğini kabul etmekle birlikte, gerçeklikten söz ederken sadece klasik terimleri kullanabileceğimizi savundu. Kuantum dünyası ile klasik dünya birbirini tamamlamaktadır ama bizler bu ikisinin tek bir anlayış edimi içinde asla birleştiremeyiz.

Bohr, Tamamlayıcılık İlkesini, kuantum dünyasını betimlemeye çalışmanın veya onun apaçık tuhaf görünen gerçeklik

şemasını anlamaya çalışmanın doğru olmadığını savunmak için kullandı. Şeyleri ölçerken, gördüğüne karşıt olarak onların gerçekte nasıl olduklarını anlamanın, fizikçinin işi olmadığını savundu. (Bkz. ÖLÇÜM SORUNU.) Çalışma arkadaşı olan Erwin Schrödinger, onları tartışmayı reddederek "tüm zorlukları bir kenara atmakla" suçlamıştır onu.

Eğer Tamamlayıcılık İlkesini, bazı koşullarda hoş bazı koşullarda ise nahoş davranan karmaşık birisine uygularsak, onun iki yanının birbirini tamamladığını söylemek zorunda kalırız. "Alttaki gerçek kişi"yi anlatmak için görünür çelişkilerin altına nüfuz etmeye çalışan bir psikolog veya bir romancıya, böyle bir kişinin olmadığı veya onu anlatmaya çalışarak boşa vakit geçirdiği söylenecektir.

Bohr'un kendisi, Tamamlayıcılık İlkesini, fiziğin dışındaki alanlarda yaygınca kullanmıştır. Bir dizi makalesinde ve genel söylevlerinde, düşünce ve eylem, öznellik ve nesnellik, akıl ve his, erkek ve kadın, doğrular ve kültürlere göre değişen değerler gibi pek çok şeyin tamamlayıcı veya birbirini dışlayıcı olduğunu savunmuştur. Bohr'un neslinin fizikçileri ve düşünürleri, bu düşünce biçimini sevmişlerdi çünkü eski dünya görüşünün ikici ya/ya da paradigmasına dayanıyordu ve düşüncede devrimi gerekli kılmıyordu. Ne var ki daha genç fizikçiler, bilhassa günümüz fizik felsefecilerinin pek çoğu, tamamlayıcılığın, kuantum fiziğinin olası ve gerekli kıldığı ve/ve de düşünme biçiminden kaçmanın bir bahanesi olduğuna inanmaktadırlar.

Işığın hem dalga hem de parçacık olduğunu kabul etmek ve bu çeşit bir belirsizlikle birlikte kavramsal anlamda yaşamayı öğrenmek, kuantum fiziğinin bizden istediği yaratıcı sıçrayışlardan birisidir. Başka alanlara uygulandığında ve/ve de düşünce biçimi, bir şeyi yapmanın ya da bir şeye bakmanın, hepsinin geçerli olduğu, birbiriyle çelişen iki ya da daha fazla yolunun olabileceğini görmemizi gerekli kılmaktadır. Bütünün hakikatini görmek, durumla ilgili daha temelli bir şeyi bize söyler. Bazı insanların hem hoş hem de nahoş yanları olabilir ve her iki yanı birlikte görmeyi öğrenmek onların ne tür insanlar olduklarını anlamamız noktasında bize derin bir kavrayış sağlayabilir.

TEKRARLAMA

Tekrarlama basit bir talimatlar veya işlemler dizisinin sürekli yinelenmesidir; bir çevrimin sonucu, sonraki çevrimin başlangıç noktası olur. Tekrarlamalar sayesinde bir dizi başlangıç adımından hayli karmaşık şekiller, yapılar ve davranışlar inşa edilebilir.

Bilgisayarlar algoritmalar diye adlandırılan önceden programlanmış talimatlarla çalışır. En basit programları pek çok çevrim içinde tekrarlamak, hayli karmaşık bir davranış üretir. Bundan dolayı psikologlar, insan beyninin pek çok bilişsel işlevinin, doğası gereği tekrarlı olduğuna inanmaktadır. İnsan beyni, yüzleri tanımadan dili anlamaya kadar, tekrarlı süreçlere dayalı pek çok işi yerine getirmek için "donatılmış"tır.

Böcek nüfusundaki dalgalanma, bir neslin bıraktığı yumurtaların, büyüyüp gelecek nesil için yumurta bırakacak yavrular çıkarması, statik dengeden dalgalı nüfus çevrimlerine ve hatta kaosa kadar varan çeşitlilikte davranışlar meydana getiren tekrarlı bir sistemdir. (Bkz. KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON) Bu çeşit tekrarlama, dedikoduların yayılmasını ve bir nüfus içindeki genlerin değişimini aydınlatır.

Tekrarlamalar, belli bir maddenin kendi kendinin üretimini katalizlediği kimyasal tepkimelerde de gerçekleşir. Bu oto katalitik tepkimeler, kimyasal bir karışım içinde kararlı yapılar –kaostan düzen– meydana getirirler. Kendi kendilerini çoğaltan yapıları, hayatın kimyasal temelinin bu tür işlemlerde yattığını işaret etmektedir.

Tekrarlı işlemler, FRAKTALLAR'ın oluşmasını sağlar. Algoritmik bir işlemi giderek daha küçük ölçeklerde tekrarlamak yoluyla bitimsiz zenginlikte şekiller üretmek mümkündür. Fraktallar doğanın yapılarını, bulutları, sahil şeritlerini, yıldızlar arası tozu, metallerdeki kırıkları ve elektrik devrelerindeki gürültüyü taklit eder.

Kaotik sistemler, garip ÇEKENLER'in, kesirli boyutlara sahip dinamik çekenlerin kontrolü altındadır. Burada da, garip çekeni meydana getiren tekrarlı işlemlerle ilk planda kaotik davranış üreten tekrarlı geri beslenim arasında bir bağlantı vardır.

Geniş çeşitlilikteki şekillerin, davranışların ve yapıların, tekrarlamalar ve algoritmalar sayesinde taklit edilebilme biçimi, bu işlemlerin doğada aynı anda her yerde bulunduğunu göster-

mektedir. İnsan zekâsının bir dizi algoritmaya dayandığı veya indirgenebileceği ileri sürülmüştür. (Bkz. CHURCH-TURİNG TEZİ) Bu algoritmaların yapısı belirlenerek, bir gün yapay zekânın tesis edilebileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte insan beyninin değişen bağlamları tanıma ve paradoksları çözme yeteneği de vardır. Beyinlerimiz farklı mantık biçimlerinin birinden diğerine rahatlıkla zıplayabilir ve bilgisayardan farklı olarak, Russell paradoksunun sonsuz gerilemesi içinde hapsolmaz. (Russell paradoksu, kendisinin üyesi olmayan, sınıfların sınıfı hakkındadır: "Eğer berber kendi kendini tıraş etmeyen herkesi tıraş ediyorsa, berberi kim tıraş edecektir?")

Kuşkusuz bir bilgisayar, bir tekrarlama düzeyinden daha yüksek bir düzeye sıçramak üzere programlanabilir; ama bu durumda bile talimatın kendisi yine algoritmiktir; bir algoritmaya ilişkin başka bir algoritmadır. Soru aynen durmaktadır: İnsan zekâsı algoritmik işlem kümelerine tamamen indirgenebilir mi?

TELEOLOJİ

Yunanca telos (amaç) ile logos (mantık) kelimelerinden türeyen teleoloji, varlıkların, hedefleri ve nihai amaçları nedeniyle harekete geçtiğini öngören bir kavramdır. İlk dönem filozofları, canlı varlıkların ona doğru hareket ettikleri bir amacı içlerinde taşıdığına inanıyorlardı. Aristo, taşlardan gezegenlere kadar her şeyin kendine uygun yeri ve hareketi elde etmek için çaba sarf ettiğine inanıyordu. Teleoloji, nihai neden, doğada işlediğine inanılan birkaç nedenden biriydi ve maddi, etkileyici ve biçimsel nedenlerin yanında yerini alıyordu. Bu yüzden insan tekinin davranışı, dış dünyadaki rastlantılardan ve kişisel geçmişten ne kadar etkileniyorsa, dört unsurun izafi karışımından veya astronomik uyum ve mizaçtan da o kadar etkilendiğine inanılıyordu. (Bkz. NEDENSELLİK)

Galileo, Descartes ve Newton, maddi nedene, etkileyici nedene –mekanik itme veya çekme kuvvetleri ve kütle çekimi– ve fizik yasalarının formu, en yüksek değeri vermişti. Bir elmanın düşüşü veya Ay'ın hareketi yerçekimi ile açıklanabildiği sürece, teleolojiye başvurmaya gerek yoktu artık. Bu mekanik görüş insan ruhunu dışarıda tutmuştu. Ancak daha sonra gelen dindar olmayan bilim adamları, cansız maddeye uygulanan şeyin, aynı

ölçüde hayat ve insan toplumu için de geçerli olması gerektiğine inanmışlardı.

Böyle bir ortamda teleoloji çok geçmeden gözden düştü. Bir süre DİRİMSELCİLİK içinde varlığını sürdürdü. Dirimselcilik, canlı sistemlerin, salt mekanik açıklamalara indirgenemeyecek bir içsel hayat gücü ve yönelimine sahip olduğunu savunuyordu. Darwin'in teoremi evrimin bir şans meselesi olduğunu savunurken, teleoloji, hayatın önceden kararlaştırılmış amaçlara doğru ilerlediğini öne sürüyordu. Siyaset teoreminde teleoloji, ifadesini 19. yüzyıl faydacılığında buldu. Buna göre, her eylem, "olabildiğince çok, olabildiğince büyük fayda (veya mutluluk)" amacına ermek için gerçekleştirilir veya gerçekleştirilmelidir. Hukuk ve etik insanın özgürlüğüne ve amacına esaslı bir inanç beslemeye gereksinim duyuyordu.

Bugün batı bilim ve teknolojisinin büyük başarısına rağmen, teleoloji, bilimin içinde değişik kılıklarda varlığını sürdürmektedir. SİSTEMLER TEOREMİ, yapay ve doğal sistemlerin lineer olmayan karmaşık işleyişini amaçlar ve hedefler açısından açıklamaktadır. Biyolojik davranış ve biliş genelde amaç-yönelimli diye betimlenir. Fizik ve kozmolojideki ANTROPİK İLKE, doğanın sabitlerinin ince ayarıyla birlikte evrenin şimdiki yapısının şans eseri oluşmadığını savunmaktadır. Antropik ilkenin değişik versiyonları, bu sürecin hayatın ve bilincin evrimine doğru yönlendiğini ileri sürmektedir. Yüzyılın başlarında, Pierre Teilhard de Chardin ve başkaları, doğanın amacının, biyosfer ve jeosferin ara evreleri yoluyla noosfer (zihin alanı) yaratmak olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kuramsal fizikçi olan John Wheeler ve Fred Hoyle, birbirlerinden bağımsız olarak, oldukça spekülatif bir fikir ortaya atmışlardır. Buna göre, teleoloji önceden mevcut değildir veya doğuştan gelmez; aksine amaç gelecekte yaratılır ve sonra o, geçmiş üzerinde etkili olur (veya olacaktır).

Geçmişte gerçekleşen bir kuantum olayının sonucu, bir insan tarafından şimdiki zamana kadar algılanamayabilir (veya kaydedilemeyebilir). Ondan sonra, Wheeler'e göre, bu eylemin geçmiş üzerinde doğrudan bir etkisi olur; o eski zaman diliminin dalga fonksiyonunu çökertir. Bazı geçmiş kuantum durumları, ancak onların bugüne kalan izlerini gözlemlediğimiz zaman

çöktüğü için, insanlar, yaptıkları gözlemler yoluyla, milyonlarca yıl önceki hadiseleri etkileyebilirler. Dolayısıyla geçmiş şimdi tarafından yeniden inşa edilebilir.

TERMODİNAMİK

Termodinamiğin sözlük anlamı, ısının hareketini inceleyen bilim dalıdır. O, bir sistem içindeki enerjinin nasıl hareket ettiğini ve kullanılabilir enerji ya da ısıya nasıl dönüştüğünü inceleyen bilimdir.

Termodinamik, endüstri devriminin doğuşuyla makinelerin verimini artırma çabalarının sonucunda ortaya çıkmıştır. Termodinamiğin birinci yasası, evrendeki toplam enerjinin sabit kalması koşuluyla ısı ve diğer değişik enerji türlerinin birbirlerine dönüşmesiyle ilintilidir.

Termodinamiğin ikinci yasası, bu enerji transferlerinin mahiyetine ilave sınırlar getirir. Enerji dönüşümü çevrimleri, uluslar arası bir seyahat esnasında paranın başına gelenlere biraz benzer. Gümrük sınırında dolarlar Alman marklarına, marklar franklara, franklar liraya veya lira sterline çevrilir. Her işlem mübadele yasaları tarafından belirlenir. Bireysel çek defterleri farklılık arz eder; ama aynı para kavramı (enerji gibi) her durumda geçerlidir. Termodinamiğin birinci yasasındaki enerji gibi toplam para miktarı da sabit kalır. Fakat bu cebinizdeki nakit para için geçerli değildir.

Varsayalım ki bin dolarla başladınız ve onu değişik para birimlerine çevirdiniz ve sonra hiçbir sentini harcamadan onu tekrar dolara çevirdiniz. Her deneyimli yolcunun bileceği gibi, baştaki bin dolarınızdan biraz eksik miktarda bir para elinize geçer sonunda. Baştaki paranızın bir kısmını mal satın almak için kullanamazsınız artık. Ama enerji gibi o da yok olmuş değildir, sadece cebinizden çıkıp bir dizi banka hizmetlerini karşılamak için ödenmiştir.

Aynı şekilde, enerji, bir devresi etrafında dolaşırken, onun bir kısmı doğanın banka hizmetinin –bu durumda ısı– karşılığını ödemek için kullanılır. Her enerji devresinde, kullanılabilir enerjinin –iş yapmak için kullanılabilir enerjinin– bir kısmı çevreye yayılan ısıya dönüşür.

Eğer bu olmasaydı, sonsuza dek çalışacak bir hareket makinesi yapılabilirdi. Elektrik enerjisi, bir dinamonun çalıştırılmasında kullanılabilir; dinamo bir jeneratörü döndürüp çalıştıracak, jeneratör de dinamoyu çalıştıran başlangıçtaki elektriği üretecektir. Öte yandan, termodinamiğin ikinci yasası, her devrede belirli bir enerji miktarının ısı olarak yayılacağını öngörür. (SÜPER İLETKENLER VE SÜPER SIVILAR istisnadır.)

Potansiyel olarak kullanışlı işin ısı olarak yayılmasının da ENTROPİ deki bir artışla ilişkisi vardır. Entropi bir sistemdeki düzensizlik oranı olarak düşünülebilir. Oldukça düzenli bir sistem işe koyulabilir fakat düzen kayboldukça iş yapma kapasitesi azalır. Artan entropi iş yapma potansiyelindeki bir azalmayla orantılıdır. Termodinamiğin ikinci yasası, bir enerji çevriminde toplam entropinin her zaman ya arttığını ya da sabit kaldığını ama asla azalmadığını belirtir.

İkinci yasanın bir sonucu şudur; sütünüzü soğutmak istiyorsanız, buzdolabınızı çalıştırmak zorundasınız. Kendi haline bıraktığınızda, bir bardak sıcak kahve soğuyacaktır. Ancak eğer kahvenizin ısısını oda sıcaklığının altına indirmek istiyorsanız, ikinci yasa, size, bir miktar enerji –buzdolabının çalışması için gerekli elektrik enerjisi– kullanmanızı şart koşar. Tersi durumunda, eğer kahvenizi oda sıcaklığının üstünde ısıtmak istiyorsanız, enerji –sobanızdaki elektrik ya da gaz enerjisini– kullanmak zorundasınız.

19. yüzyılda termodinamik, ısı, iş, sıcaklık ve entropi gibi makroskopik kavramlar kullanılarak formüle edildi. Fakat bu yasaların moleküllerin temel davranışı açısından bir açıklaması da yapılabilir. Buna İSTATİSTİKSEL MEKANİK denilmektedir. Newton'un hareket yasaları moleküllerin çarpışmalarını açıklamak için kullanılmaktadır. Milyarlarca çarpışmanın ortalaması alınarak termodinamiğin mevcut yasaları çıkarsanabilir. Örneğin, termodinamik, ısının soğuk bir cisimden sıcak bir cisme kendiliğinden geçişini kesinlikle yasaklar. Oysa istatistiksel mekanik bu konuda mutlak bir yasak dayatmaz; onun yerine böyle bir işlemin pek olası olmadığını gösterir. Nasıl ki karıştırılan bir iskambil destesinin kâğıtları sayı ve tür bakımından tam sırasıyla pek bilinemeyeceği gibi, bir sistemin entropisinin de kendiliğinden azalması pek olası olmayacaktır.

İkinci yasa, madde ve enerjinin ne girebildiği ne de çıkabildiği kapalı sistemlere uygulanır. Öte yandan çok sayıda AÇIK SİSTEMLER vardır: Hayvanlar, bitkiler, şehirler, girdaplar, hava durumu. Bu örneklerde düzen, sistemin bir parçası olarak kurulabilir; başka bir yerde entropi artsa bile. Bu termodinamiğin yeni bir alanıdır. (Bkz.KAOS VE ÖZ-ORGANİZASYON)

TERMODİNAMİĞİN BİRİNCİ YASASI

Termodinamiğin birinci yasası evrendeki enerjinin korunumunun bir ifadesidir. Bu yasa, ısı ile iş arasındaki ilişkiyi ifade eder.

18. yüzyılın başlarında bilim adamları ısının kalorik (caloric) adında bir sıvı olduğuna inanıyorlardı. Nasıl ki su yukarıdan aşağıya akıyordu, kalorik de sıcak nesnelerden soğuk nesnelere doğru akıyordu. Bu teoreme göre, bir fincan sıcak kahvenin içindeki kalorik çevreye dağılıyordu ve o kahveden dışarı yayılırken sıvı soğuyordu. Aynı zamanda çevredeki hava ve fincanın altındaki masa kalorikle dolup ısınıyordu. Evrendeki toplam kalorik miktarı sabit kalıyordu; ısı bir yerden başka bir yere akabilir ama asla yaratılamazdı.

Count Rumford (Benjamin Thompson), delinen bir topu seyrederken kalorik teoremde bir kusur keşfetti. Topun, metal yongaların ve kalibrenin hepsinin ısındığını fark etti. Metali ısıtan kalorik nereden geliyordu? Yanında hiç sıcak nesne yoktu. Bunun tek cevabı top delinirken yapılan işin bir kısmının ısı meydana getirmiş olmasıydı. Bunun anlamı ısı aslında yaratılabilirdi; böylece birden kalorik teorem çökmüş oldu. Birkaç yıl sonra James Joule, suyun içinde dönen kısa bir küreğin yaptığı işin suyu ısıtabileceğini gösterdi ve bilim adamları elektrik enerjisinin ve kimyasal enerjinin ısıya dönüştürülebileceğini ispatladılar.

Termodinamiğin birinci yasası, toplam enerji korunumunun bir ifadesidir: Enerji ne yaratılır ne de yok edilir; yalnızca biçimini değiştirir. Bir sistem iş yaparken veya soğurken iç enerjisinin bir kısmını kaybeder. Aynı şekilde bir sistem ısınırken ya da onun üzerinde bir iş yapılırken, iç enerji kazanır. Termodinamiğin birinci yasası, ısı ya da işin basitçe yok olmadığını, sistem ve çevresinin toplam enerjisi sabit kalacak şekilde, ısı ve işin birbirine dönüştüğünü bize söylemektedir. Birinci yasa, örneğin

bir buhar makinesinde çıkan toplam enerjiyle sağlanan ısının miktarının eşit olduğunu belirtir.

Termodinamiğin birinci yasası evrende bedavaya yemek olmadığını belirtir. İş hiçbir şey için yapılamaz; ya sistemin iç enerjisindeki bir değişiklik ya da ısı uygulaması yoluyla onun karşılığının ödenmesi gerekir. Ayrıca birinci yasa, sistemlerin, üzerinde iş yapılmadan kendi kendilerine ısınmayacağını göstermektedir. (Termodinamiğin ikinci yasası, tam olarak ısının nasıl aktığı ve işin nasıl yapıldığı noktasında sınırlamalar getirmektedir.)

Albert Einstein, özel izafiyet teoreminde, iş girdisi olmadan nesnelerin ısınabileceğini göstererek termodinamiğin birinci yasasını aşmıştır. Marie Curie, saflaştırdığı radyumun her zaman sıcak olduğunu fark etmişti. Einstein'e göre bu ısı çekirdeksel parçalanmalardan kaynaklanmaktadır. Çekirdekteki küçük bir madde miktarı (m) saf enerjiye (E) dönüşmektedir. Einstein, parçalanan madde miktarıyla orantılı olarak ortaya çıkan enerjiyi, meşhur $E = mc^2$ denklemiyle veriyordu. Bu denklemde c, ışığın hızıdır. Işığın hızı saniyede 186.000 mil gibi muazzam bir hız olduğu için, minicik bir madde miktarından ortaya devasa büyüklükte bir enerji çıkabilir. İşte bu yüzden güneş ve yıldızlar milyarlarca yıldır "yanmakta"dırlar. Özetle enerjinin korunumu yasası tam olarak doğru değildir. Onun yerine daha genel bir yasa konulmuştur: Madde ile enerjinin toplamı korunur.

TERMODİNAMİĞİN İKİNCİ YASASI

TERMODİNAMİĞİN BİRİNCİ YASASI, ısı ve işin birbirine dönüşebilir olduklarını belirtir. İkinci Yasa, bunun gerçekleşme yollarını sınırlar. Örneğin ısının tamamen işe dönüşmesini yasaklar.

Verimli makinelere olan ihtiyacıyla endüstriyel devrim, termodinamik biliminin itici gücü olmuştur. İkinci Yasa, makinelerin verimliliği üzerindeki mutlak sınırların, mühendislerin ve tasarımcıların kusurlarından değil de doğanın doğasından kaynaklandığını kanıtlamıştır. Ayrıca o, ENTROPİ'nin termodinamik değişim içinde oynadığı önemli rolü de aydınlatmıştır. İkinci Yasa, her birinin eşit derecede önemli olduğu çeşitli yollarla dile

getirilebilir. Romancı ve bilim adamı olan C. P Snow, meşhur makalesi, "The Two Cultures"nda, her eğitimli insanın İkinci Yasayı kavraması gerektiğini savunmuştur.

Eğer ısı % 100'lük bir başarıyla işe çevrilebilseydi, bir daimi hareket makinesi tesis edilebilirdi. Bir ısı banyosunun çalıştıracağı bu makine, sürtünmesinin banyoyu ısıtacağı işi üretecek, sonuçta banyo da işi üretmesi için makineyi çalıştıracak ve bu böylece sürüp gidecekti. Bu makinelerin bu şekilde çalışamaması doğanın temel bir özelliğidir. Her devirde yalnızca bir miktar ısı faydalı işe dönüşür; geri kalanı ortam içinde kaybolur. İkinci Yasayı ifade etmenin bir yolu şudur: "Daimi hareket makineleri imkânsızdır." Başka bir yolu da: "Tek sonucu, ısıyı düşük bir dereceden yüksek bir dereceye çıkarmak olan bir işlem imkânsızdır."

Buzdolabınızın fişini çektiğinizde, içindekiler artık soğumaz. Fişi taktığınızda ise elektrik enerjisi sayesinde çalışır. Bu, içerdeki yiyeceğin ısısının çekilmesini sağlar, ta ki arkadaki elektrik bobinlerinden yüksek dereceli bir sıcaklık çıkana değin. Ama ısı transferi, suyu yokuş yukarı çıkarmak gibi ancak iş pahasına başarılabilir.

Enerjinin faydalı bir formdan boşa harcanan ısıya dönüşmesinin entropideki artışla ilişkisi vardır. Bir motorun ya da makinenin her devrinde bir miktar faydalı enerji yitirilir ve çevredeki ortamın entropisi artar. İkinci Yasanın bir başka ifadesi de: "Her süreçte, toplam enerji (sistem artı çevrenin enerjisi) ne artar ne de sabit kalır."

Entropiyi yerel olarak azaltmak her zaman mümkündür –örneğin, buzdolabında buz yaparak–. Su moleküllerinin gelişigüzel hareketleri yavaşlar ve daha düzenli ve kurallı bir yapı oluşturur. Ne var ki bu ancak buzdolabının çalışması pahasına gerçekleşebilir. İkinci Yasanın B yargısı der ki: Buzun donmasından oluşan ısı, ilave ısıyı üretecek iş yapılmadan çevreye pompalanamaz. Böylece sudan daha fazla ısı elde edilir. Isıda bir artış her zaman entropide bir artış demektir, böylece buzdan kaynaklanan entropiden daha fazlası buzdolabı tarafından üretilir.

İkinci Yasanın bir sonucu, en verimli makinelerin en az entropi –yani en az faydalı ısı israfı– üretenler olduğudur. Devresinin çeşitli parçalarının son derece hassas ve sürtünmesiz –tersinir– olduğu hayali bir araç, Fransız mühendis Sadi Carnot'un

adını alan Carnot devresidir (çevrimi). Carnot devresi, olası en verimli motordur.

C. P. Snow'un İkinci Yasayı niçin bu derece önemsediğini şimdi anlayabiliriz. O çevremizdeki pek çok sürece hâkimdir; sadece makinelere ve motorların işleyişine değil, biyolojik sistemlerin çalışmasına da.

TÖZ MESELESİ

Değişim süreçi içinde varlığını koruyan nedir? Kışın aralık ayında pencereden gördüğümüz çıplak ağaç, geçen yaz gördüğümüz yapraklı ağaçla aynı mıdır? Şimdi önümüzde duran adam bir zamanlar tanıdığımız delikanlı mıdır? Eski Yunanlılar bu sorularla ilgili aşırı yaklaşımlar geliştirmişlerdir. Herakleitos, her şeyin değiştiğini ("Aynı nehirde asla iki kere yıkanamayız") savunurken, Parmenides, hiçbir şeyin değişmediğini (Herşey Birdir, her zaman aynı kalır.) ileri sürer. Demokritos'tan klasik bilime kadar uzanan atomcu teorem, uzlaşmacı bir konumu benimsemiştir: Parçalanamaz atomlar varlığını sürdürür ama onların düzenlenişi ve dolayısıyla daha büyük bütünlerin nitelikleri değişir.

Klasik fizikte, bir bütünü her zaman parçalarına indirgeyebiliriz ve sadece o parçalar temel bir özdeşliğe sahiptir. Sonuçta o şeyin meydana geldiği atomlara ulaşılır. Ama kuantum fiziği bu görüşe karşı iki itirazda bulunur. Bu görüş karmaşık belirgin bütünlere çok az önem verirken, onları oluşturan "atomlara" çok fazla önem ve kalıcılık atfetmektedir, onları, ister kimyasal elementlerin temel birimleri olarak isterse de proton, nötron ve elektron gibi atom altı parçacıklar olarak anlayalım durum değişmez.

Kuantum mekaniğinde, karmaşık varlıklar, parçalarının ilişkileri sayesinde ileri bir özdeşlik kazanırlar. A ve B, C'nin bileşenleri olabilir ama C, A ve B'nin toplamından fazladır. Bütün, parçalarının hiçbirisinin sahip olmadığı niteliklere sahiptir. (Bkz. BELİRİŞ; HOLİZM) Bu, gündelik hayatımızdaki kişiler ve bilinç halleri gibi karmaşık bütünler sorunuyla ilgilidir.

Kuantum mekaniğinde, varlıklar dalga/parçacık sistemlerdir. Dalgalar üst üste binebilir, birleşebilir, ikiye ayrılabilir ve değişebilir. Bir kuantum varlığı parçacık olduğu sürece sadece

geçici özdeşliğe sahiptir. O, belli bir zaman dilimi için ve belli bir çevrede saptanır ve belli bir kütleye ve yüke sahip belli türde bir varlık olarak nitelenir, ama bu sonsuza dek sürmez. Bir elektron ve bir pozitron buluştuklarında birbirlerini sönümlendirirler ve iki fotona dönüşürler. Karmaşık bir bütün olan bir atom çekirdeği, farklı bir kimyasal elementin çekirdeği olabilmek için alfa parçacığı yayabilir. Eğer kişileri kuantum mekaniği anlamında karmaşık ilişkili bütünler olarak görürsek, o zaman kişisel kimliği sürekli değişen bir varlık olarak düşünebiliriz. Bu, Hume ve Sartre'ın savundukları, kişileri ilişkiler veya deneyimlerden ibaret olarak değerlendiren indirgemeci konumla, onların ayrık, değişmez ve parçalanamaz varlıklar olduğunu öne süren atomcu konumun ortasında yer alan bir konumdur.

Kuantum bağlamında, özdeşlik küçük veya büyük her ölçüde mevcuttur ama o kalıcı değildir. Kuantum fiziğinde, yalnızca KUANTUM VAKUMU, her şeyin özü, kalıcı bir özdeşliğe sahiptir. Dolayısıyla ancak bu temel vakum düzeyinde, tözün niteliklerden ayırt edilebilir bir varlık olarak daima mevcut olabileceği söylenebilir. Bu anlamda, kuantum özdeşliği, esas Boşluk (Sunyata) un töze sahip olduğu, tüm diğer varlıkların fani olduğu Budist görüşle benzerlik taşır. Ama kuantum görüşü mevcut şeyleri süren gerçek varlıklar olarak değerlendirir.

TRANSPERSONEL PSİKOLOJİ

Post-Jungian analizci James Hillman, benliği, çok odalı bir ev olarak tanımlar. Psikolojinin her bir kolu bu odaların biriyle ilgilenir –davranışçıların indirgemeci yaklaşımını fare labirenti, Freud'un karanlık ve fırtınalı idi, Gestalt ve bilişsel psikologların yüksek zihinsel işlevleri (Bkz. GESTALT VE BİLİŞSEL PSİKOLOJİ), Freudian ego (Bkz. PSİKODİNAMİK VE PSİKOTERAPİ) ve İNSANCIL PSİKOLOJİ'nin açıkladığı kişiler arası ilişkiler "salon"u ve ben-merkezci gelişim–. Ancak egonun ve gündelik ilişkilerin ardında ne yatmaktadır?

Benliğin hangi fonksiyonu veya odası güdüsel, kişisel veya ego-merkezli davranışı aşan insani deneyimin boyutlarını barındırır? Dini duygumuzu ve yaratıcı sanatçıların yüksek esinlenmelerini ne açıklayabilir? Psikolojinin herhangi bir kolu bu soruları göz önüne alıyor mu? Alıyorsa o "bilimsel" olabilir mi?

William James ve Carl Jung'un temel çalışmasından esinlenen transpersonel psikoloji, bu ileri deneyim alanlarıyla ilgilenir. Onun ilkeleri, kişisel egonun ötesinde yüksek bilinç halleri ve yüce manevi değerlerin bulunduğu inancına dayanır. Kendiliğinden veya meditasyon, ibadet veya ritüellere katılmak yoluyla gerçekleşen bu ileri düzeydeki deneyimlerin dönüştürücü olduğu düşünülmektedir. Bunlar kişisel gelişmeye yol açabilir. İnsancıl psikoloji, kişisel ilişkilerini göz önüne almak suretiyle bireyin bir adım ötesine giderken, transpersonel psikoloji, –bilinçdışının– imgelem veya psişik enerjisinin paylaşılan, yinelenen örneklerinin daha ruhsal veya kozmik düzeyine –bireyin Tanrı veya birlik, güzellik, doğa ve arketiplerle ilişkisine– odaklanır.

Transpersonel deneyimlerin tarifleri ve onlarla ilgili görüşler Doğu ve Batıdaki tüm büyük dinlerde bulunur. Çeşitli araştırmalara göre, Batıdaki sıradan insanların yarıdan fazlası ara sıra "benliğin ötesinde" kozmik bir birlik, huzur, güzellik veya bağlantı duygusu hissetmiştir. Onların çoğu bu deneyimleri değerli bulmuştur.

Bazı psikologlar herhangi özel bir dini inanç sistemine bağlı kalmadan veya ondan bağımsız olarak gerçekleştiğini kabul ettikleri transpersonel deneyimin boyutlarıyla her zaman ilgilenmişlerdir. Onlar, transpersonel deneyimi, bazı bireylerde bir inanç sistemi içinde yoğunlaşan evrensel bir insani kapasite olarak görürler. William James'ın Dini Deneyim Türleri (The Varieties of Religious Experience) ve Jung'ın psikolojik arketipler üzerinde yaptığı çalışma inceleme için temel bir dayanak sağlamıştır.

Transpersonel psikoloji, psikolojinin düzenli bir kolu olarak, 1950'lerden itibaren davranışçılık, psikodinamik ve insancıl psikolojiden sonra "dördüncü kuvvet" olarak gündeme gelmiştir. Onunla ilgili akademik çalışma, Doğu dinleri ile onların batılılaşmış biçimlerine karşı artan bir ilgiyle birlikte yürütülmüştür. Batıda geleneksel Hıristiyanlığın inişe geçmesi, çoğu kimsenin, transpersonel farkındalık veya Doğu içgörüleriyle bağlantıya geçme yoluyla doldurulabileceğini düşündüğü bir anlam boşluğu bırakmıştı. Transpersonel psikoloji veya psikoterapiyi uygulayan kimseler arasında temel ilkeler üzerinde geniş bir fikir birliği vardır ama ayrıntılarda önemli oranda çeşitlilik görülmektedir.

Tüm transpersonel psikolojide temel olan husus, bizim bilindik, egoya bağlı bilinç durumumuzun sınırlı olduğu görüşüdür. "Ben" elbette bilinç gerçekliğinin tümünü kapsayamaz. Yüksek bilinç halleri vardır ve karmaşık konular veya görüntüler üzerine odaklanma, basit farkındalık meditasyonu (örneğin, kişinin nefeslerini sayması veya basit bir mantrayı tekrar etmesi gibi), ibadet, ritüel, ritmik şarkı söylemek veya davul çalmak ve bilinç durumunu etkileyen maddelerin kullanımı gibi bir dizi uygulamalarla onlar tecrübe edilebilir.

Bu uygulamaların çoğu büyük dini geleneklerin birinden alınmıştır. Onlar sadık dindarların bütünüyle dine dayalı bir yaşam tarzının içinde ve destekleyici bir cemaatin yardımıyla uygulanıyordu. Bu kapsayıcı bağlam olmadan söz konusu uygulamalar etkisiz hatta bazı kimseler için zararlı bile olabilir. Jung, tüm transpersonel boyutun, gündelik hayatın içine başarılı bir şekilde kök salmış eski insanlar tarafından en iyi şekilde keşfedilmiş olduğuna inanıyordu. Büyük dini geleneklerin çoğu nefis terbiyesini salık verir. Yine de onlarda, psikolojide kapsayıcı bir paradigmanın bir parçasını oluşturması gereken, yüksek veya değişik bilinç halleriyle ilintili traspersonel olgular bulunmaktadır. (Bkz. MEDİTASYON)

Bireyin egosunun ötesindeki transpersonel alanda ne yatmaktadır? Bu sorunun cevapları genellikle dini öğretilere dayanmaktadır ama bugün bazı insanlar onlardan yeni bilimsel yorumlar çıkarsamaktadır. Hıristiyanlar için transpersonel deneyim, ölümsüz ruhun insan sevgisine benzeyen Tanrı'yla birliği olarak görülür. Hinduların Vedanta'sında o, benliğin uykuya benzer kaynağının içine yeniden dalmasıdır. Budistler için o, bizim zihinsel olarak tasarladığımız zıt çiftleri ve gündelik hayatın ayrıntılarını aşan, bu ayrıntıları büyük bir açıklıkla aydınlatan, tanımlanamaz bir şeyin (Boşluk) farkındalığıdır. Bu özel farkındalık tamamen uyanmış olmakla birdir. Bilimi göz önüne alanlar içinse transpersonel, evrende yer alan her şeyin tabanındaki temel, enerji durumu olan KUANTUM VAKUMU'nun nitelikleri ile insan zihninin onunla ilintili nitelikleri arasındaki bir rezonanstır.

Sıradan Batılı insanların kendiliğinden transpersonel tecrübeleri farklı türlerdedir –karşı konulmaz sevgi, herkesle ve her

şeyle birlik duygusu, tüm evrenin canlı olduğuna dair güçlü bir duygu veya her şeyi kuşatan bilinçli·bir varlık duygusu–. Bu değişik deneyimler, tarif edilemez tek bir duruma farklı yaklaşım yolları mıdır? Temeldeki durum veya durumlar tamamen öznel midir yoksa bireyin deneyiminin ötesinde bir tür nesnel varlığa sahip midir? Bu esaslı felsefi sorular hâlâ cevapsız durmaktadır, yine de deneyimler psikolojik açıdan önemlidir çünkü insanlar onlara anlam ve önem vermektedirler.



TURİNG MAKİNELERİ

Turing makinesi, Alan Turing tarafından 1938'de tarif edilen idealleştirilmiş bir "dijital bilgisayar"dır. Dijital bir bilgisayara girdi olarak sunulan noktalar, çizgiler, rakamlar ve harfler gibi birbirinden farklı belirli sembolleri işleyen bir makinedir. Bu makineler çok kesin ve doğru çalışır. Turing makineleri tüm elektronik bilgisayarların geliştirilmesinde ve onlarla ilgili kuramsal alanda hayati öneme sahip bir dönüm noktasıdır. O gerçek bir makine olmaktan ziyade zihinsel bir model veya matematiksel bir yapıydı.

Turing makinesi sınırsız bellek kapasitesine ve sadece çok basit birkaç işlem çeşidine sahip bir bilgisayardır. O diğer bilinen herhangi bir dijital bilgisayardan farklı değildir, sadece temel işlemleri çok basit olduğu için korkunç yavaştır. Bu basitlik Turing makinesini teorik açıdan çok önemli kılmaktadır. Diğer makinelerin yaptığı şeyi (yavaş) yapabilse de, onun işlemleri, üzerinde açıkça düşünmeye daha elverişlidir.

CHURCH-TURİNG TEZİ matematiksel olarak tanımlanmış veya fiziksel olarak tesis edilebilir bir bilgisayarın Turing makinesininkiyle aynı temel güçlere sahip olacağını belirtir. Dolayısıyla

Turing makinelerini anlamak, tüm dijital hesap makinelerinin temel yapısını anlamak demektir.

Turing makinesi, her birinin sonsuz uzunluktaki bir bantın herhangi bir karesine kaydedilebileceği sembollerden oluşan sınırlı bir "alfabe"yi içeren bir "dil"dir. Bu bant makinenin "belleği"dir. Makine çalışmaya başladığında, sınırlı sayıda kareye –"girdi verileri"ne– sahip bu bant boştur. Sınırlı sayıda komutlardan oluşan bir küme olan "program"ı, bir okuma/yazma cihazının içinde bulunur. Örneğin makinenin alfabesinde dört sembolün ve cihazın içinde de dört durumun olduğunu –cihazdaki programın alfabenin sembollerini beş yolla işletebileceğini– kabul edersek, sembolle cihaz durumunun olası yirmi kombinasyonu ortaya çıkar. Böylece makinenin yapabileceği yirmi farklı işlem bulunacaktır.

Turing makinesinin cihazına yerleştirilmiş programdaki her komut "eğer böyleyse o zaman şunu yap" şeklindedir. O, örneğin, "eğer cihaz 's' durumunda ise ve üzerinde '?' yazılı bir bant karesini okuyorsa, o zaman '?'yi ?/ ile değiştir, 's' durumundan s/durumuna geç ve bir kare sağa kay (veya sola kay ya da dur) şeklinde komut verebilir. Makine sonunda dururs a, bantın üzerinde yazılı şey çıktı diye adlandırılır.

Bilinen tüm matematiksel ve mantıksal işlemler basit Turing makineleriyle yeniden yapılabilir. Daha önemlisi "evrensel bir Turing makinesi" –diğer herhangi bir hesap makinesinin çalışmasını taklit edebildiği için her tür mantıksal veya matematiksel işlemi yapabilen basit bir Turing makinesi– vardır. Dolayısıyla evrensel Turing makinesinin alfabesi ve programı (okuma/yazma cihazının komutlar kümesi), girdisinin diğer makinenin yapısı hakkında bilgiler içermesi durumunda diğer herhangi bir Turing makinesinin işleyişini taklit edebilir.

Evrensel Turing makinesi hesap matematiğinde temel bir gelişmedir ve tüm bilgisayar devrimi açısından hayati bir öneme sahiptir. Turing'in çalışmasından önce, Charles Babbage gibi insanlar her yeni hesap işleminin gereklerini karşılayacak farklı bir makine tasarlıyordu. Turing'den –ve onun, eğer evrensel bir Turing makinesi hakkında bir şeyi kanıtlayabilirsek, o şey her hesap makinesi için geçerli olacaktır şeklindeki keşfinden– sonra bilgisayarlar hayli işlevsellik kazandı. FORMEL HESAPLAMA

ile tarif edilen "Taç Devri" bilgisayarı bir başka evrensel hesap makinesi tasarımıdır. Onun yaptığı her hesap evrensel Turing makinesiyle yapılabilen bir işleme çevrilebilir veya tersi, tıpkı Fransızca ile İngilizce'nin birbirine tercüme edilebilmesi gibi.

YAPAY Zekâ üzerinde çalışan bazı uzmanlar tüm insan düşüncesinin bir Turing makinesinin işlemlerine veya genelde formel hesaba indirgenebileceğini savunmaktadır. İnsan düşüncesinin "hesaplanabilirliğine" dair savın tamamı bu iddiaya dayanmaktadır. Bir şeyin hesaplanabilir olduğunu söylemek, onun, prensipte, bir Turing makinesiyle, yani algoritma diye adlandırılan bir dizi kesin kurallara göre işleyen bir programla hesaplanabilir olduğunu söylemek demektir. Dolayısıyla beynimizdeki düşünme işlemleri lineer tıklamalara Turing makinesinin bantının tıklamalarına denktir. Öte yandan bu sava karşı çıkılmıştır.

GÖDEL TEOREMİ herhangi bir Turing makinesiyle elde edilen sonuçlar kümesinin her zaman eksik olacağını kanıtlamıştır – programının kurallarını özetlemek, kanıtlamak veya "anlamak" için gerekli olan, makinenin programının formel dilinin dışında ekstra bir adım her zaman bulunacaktır–. Turing bunu farklı bir şekilde söylemişti. İnsanın yeteneklerinin ve beynin yapısının, teoride gerekli olmasa da en azından pratikte bir çeşit paralel işlem (Bkz. SİNİRSEL ŞEBEKELER) yaptığımız izlenimi verdiğini artık biliyoruz. Paralel işlem Turing makinesinin yaptığından çok farklı bir bilgi işlem türüdür. İnsan zihninin yetileri üzerinde çalışan pek çok insan, bilinç, özgür irade ve yaratıcılık gibi yetileri de kapsayacak şekilde seri ve paralel işlemin ötesine geçecek daha kapsamlı modellere gerek olduğunu düşünmektedir. (Bkz. BİR BİLİNÇ BİLİMİNE DOĞRU, PENROSE VE HESAPLANAMAZLIK, ZİHİNLE İLGİLİ KUANTUM TEOREMLERİ, DÜŞÜNME)

TURİNG TESTİ

"Zeki" makineler yapma kolaylığı bu çeşit makinelerin bilinçli olup olmadığı yönünde geniş kapsamlı bir sorunsalı ortaya çıkardı. Yüksek güçteki bir bilgisayar prensipte insan zihninden farklı mıdır? Bir hayvanın veya bir yaratığın bilinçli olup olmadığını nasıl bilebiliriz? 1950'de, matematikçi Alan Turing, bu sorulara yanıt bulmak için basit bir davranış testi öne sürdü. Testin ardında yatan ilke şudur; eğer bir sistem bilinçliymiş

gibi davranıyorsa, tüm pratik amaçlardan dolayı onun bilinçli olduğunu kabul etmeliyiz. Yapay zekâ üzerinde çalışan pek çok bilim adamı ve uzman Turing kriterini kabul etmiştir ancak bu kriter hâlâ tartışmalıdır.

Turing testi çok basittir. Varsayın ki farklı bir odadaki başka bir üniteye bağlı bir bilgisayar ekranının veya daktilonun önünde oturuyorsunuz. İkinci ünitede ya bir insan ya da onun yerine bir bilgisayar bulunacaktır. Mesajlar veya sorularınızı yazabilirsiniz, ikinci ünite de onlara cevap verecektir. Turing'e göre, aldığınız cevapların doğasından yola çıkarak iletişim kurduğunuz varlığın bilgisayar mı yoksa insan mı olduğunu söyleyemiyorsanız, o zaman diğer uçtaki sistemin bilinçli olduğu kabul edilmelidir.

Sağduyuya dayanarak Turing kriterine karşı çıkabilirsiniz. Örneğin, telefon hattından bir müzik işitip onun canlı bir müzik mi yoksa kaydedilmiş bir müzik mi olduğunu söyleyemiyorsanız, bu durumda onun canlı müzik olması gerekmez. Ancak Turing testini savunan biri bu benzetmeye karşı çıkacaktır. Müzikte, onun kaynağına ulaşmanın ve onun canlı olup olmadığını görmenin prensipte mümkün olduğunu söyleyecektir. Oysa biz başkasının bilincine asla doğrudan ulaşamayız. Bize yol gösterecek tek şey davranıştır. Bu sav doğruluk payı taşısa da sözel davranış üzerinde fazla durmaktadır. Bizler genelde bebekleri, köpekleri, yabancı dilleri konuşanları ve felçli insanları bilinçli olarak görürüz ama onların hiçbiri Turing testini geçemez.

Testin daha derin bir eleştirisi de vardır. İnsanlardaki bilincin sadece dışsal davranışla değil belli beyin sistemlerinin etkinliğiyle ilişkili olduğunu varsayarız. Herhangi bir davranış, ona uygun beyin sistemleri olmayan bir bilgisayar veya robot tarafından taklit edilebilir. Aynı şekilde sözel davranış olmasa bile ilişkili beyin yapıları çalışıyor olabilir –felçli veya kısmi narkoz altında bulunan kimselerde olduğu gibi–. Bu fikirler DAVRANIŞÇILIK ın bakış açısının dışındadır, yine de davranışçı varsayımlar Turing testinin temelidir. (Bkz. BİR BİLİNÇ BİLİMİNE DOĞRU, İŞLEVSELCİLİK, PENROSE VE HESAPLANAMAZLIK)

TVİSTORLAR

Tvistorlar, noktasal parçacıklar ve sürekli uzayı hesaba katmadan uzay-zamanı ve temel parçacıkları tarif etmek için bir

yol önerir. Onlar ayrıca KUANTUM FİZİĞİ ile GENEL İZAFİYET arasındaki bir bağlantıyı da açığa çıkarırlar.

Pek çok fizikçi, KUANTUM ALAN TEOREMİ'nde hesaplamalar yapılırken karşılaşılan sonsuzlukların, uzayın sonsuz küçüklükteki noktalar seviyesinde tanımlanabileceği varsayımından kaynaklandığına inanmaktadır. Buna karşın, John Wheeler gibi fizikçiler, kuantum teoreminin, uzay-zamanın çok kısa mesafelerde köpüksü bir yapıya dönüştüğünü gösterdiğinin altını çizerler. (Bkz PLANCK DÖNEMİ) Bu sürekli uzay-zaman koordinatlarının ve matematiksel noktaların kullanımı, uzay-zamanı farklı bir yolla kurmaya çalışan, İngiliz matematikçi Roger Penrose'u zor durumda bırakmıştır.

Penrose, üç boyutlu uzay-zamanın kaç özelliğinin, olası en basit kuantum mekaniksel nesne olan ve bir elektronun spininin olası iki değerini tanımlamak için kullanılan spinorlardan oluşan şebekelerle yaratılabileceğini önceden göstermişti. Buna göre, uzay-zaman kuantum teoreminin karşısındaki pasif bir taraftar değildi, aksine uzay-zaman ve temel parçacıklar aynı kaynaktan meydana çıkabilirlerdi.

Penrose'un sonraki adımı spinoru tvistor adı altında genelleştirmekti. Karmaşık sayılar matematiği kullanıldığından, bir tvistoru zihinde canlandırmak zordur ama o, sonsuz hareket eden sonsuz uzunluktaki bir tirbuşona veya Penrose'un şaka yollu söylediği gibi, "ışık ışınının karekökü"ne benzetilebilir. Konvansiyonel geometride, çok sayıda tekil tvistorların birleşmesi diye tanımlanan nokta, karmaşık bir ikincil kavram olur. Bu, uzayın minik bir bölümünün, bir parçacık hızlandırıcısından gelen çok sayıda temel parçacığın kesişimi ile deneysel olarak tanımlanmasına benzer biraz.

Penrose'un başlangıçtaki amacı, uzay-zamanı ve temel parçacıkları noktalar yerine tvistorlarla tanımlamak ve aynı zamanda çeşitli temel parçacıklar ile onların temel simetrilerini çıkarsamaktı. Bu noktada işe karışan matematiksel zorluklar çetindir, yine de teorem bir dizi çekici görüşler ileri sürmüştür. Bir tvistor ile onun karmaşık sayı eşi kuantum teoremindeki konum ve momentum gibi davranırlar. Bir kütle çekimi dalgası uzaydan geçmiş gibi, tvistor uzayının yapısı bozulduğunda, tvistorların özdeşlikleri karışır. Sonuç, sanki konum ve momentumu içeren

bir kuantum olayının gerçekleşmesiyle aynıdır. Tersine, tvistor uzayındaki "kuantum olayları" kütle çekimi dalgalarına benzer, böylece Genel İzafiyetle (kütle çekimi) kuantum teoreminin arasında daha derin bir bağın bulunduğunu işaret eder.

Penrose, ayrıca, tvistor dilini ve tvistorlarla SÜPERSTRİNGLER arasındaki mevcut bağlantıları kullanarak bir dizi temel alan teoremlerini elde edebilmiştir. Öte yandan, Penrose'un özgün programının amacı hâlâ başarılmayı beklemektedir ve ilerlemenin önündeki teknik zorluklar çetindir.

ÜÇ-CİSİM PROBLEMİ

19. yüzyılın sonunda, bir Fransız matematikçisinin meşhur "üç-cisim problemi"ni çözme girişimi bilimde kaosa kapıyı aralamıştır. Henri Poincaré, kararsızlık ve sonsuz duyarlılığın Newton'un saat makinesinin merkezinde yer aldığını kanıtlamıştı.

19. yüzyılda, Isaac Newton, ayın yalnızca dünyanın kütle çekiminin etkisi altında kalma durumunda, kapalı eliptik bir yörüngede hareket edeceğini göstermişti. Newton, elmanın düşmesine yol açan kütle çekim kuvvetinin aynı zamanda ayı da dünyaya doğru çektiğini kanıtlamıştı. Diğer herhangi bir kuvvet yasasının etkisi altında, ayın yörüngesi kapalı olmayacak ve ayın evrelerinin ve tutulmalarının periyodikliği korunamayacaktı. Newton'un başarısı, evrensel kütle çekim ilkesi ve üç hareket yasasını tüm güneş sistemine uygulayarak, her bir gezegenin (diğer gezegenlerin küçük etkilerini göz ardı ederek) sabit periyodik bir yörüngeye sahip olduğunu ve "yıl"ının sonunda tam da başladığı noktaya döndüğünü göstermesidir.

Bu Newtonian saat bir kez kurulduğunda milyonlarca yıl tam devirsel hareketler yapmayı sürdürür. Aslında doğa düzenliydi ve gelecek her zaman tahmin, kontrol ve idare edilebilirdi.

Yalnız bir sorun vardı; Newton iki-cisim (dünya-ay veya dünya-güneş) sorununu tam olarak çözmüş olsa da ilave üçüncü bir cismin etkileri hesaba katıldığında ne olacağı konusunu çözümsüz bırakmıştı. Üç-cisim sistemi, dünya-ay-güneş, tam olarak kendini tekrar etmez.

Üç-Cisim Problemi tamamen çözülemez. En iyi matematikçiler ve astronomlar bile sadece bir dizi yaklaşık ölçümlerde bulunmuşlardır. Güneş dünyanın etrafında dönen ayın üze-

rinde, düzensizlik diye adlandırılan nispeten küçük bir kütle çekimi kuvveti uygular. Astronomlar önce güneşin yokluğu durumunda ayın yörüngesini tespit ederler, sonra güneşin kütle çekimi kuvvetinin etkisinin yaklaşık değerini eklerler. Sonuçta küçük bir farkla ayın yörüngesi elde edilir. Yaklaşık ölçümün ikinci safhasında, yeni yörüngeye ilave küçük bir düzeltme daha eklenir. Bu yolla, her biri kendinden önce gelenden küçük olan ardıl düzeltmeler birbirine eklenir ve aynı metot tüm güneş sistemine de uygulanır.

Ancak güneş sistemi uzun vadede kararlı mıdır? 19. yüzyılın son yıllarında, Poincaré, olası çeşitli çözümleri sınıflandırarak Üç-Cisim problemini çözmeye çalışmıştı. Çoğu durumlarda, uzak bir cismin ürettiği minik düzensizliklerin son yörünge üzerindeki etkisinin ihmal edilebilir olduğunu kanıtlamıştı. Ama bazı istisnai durumlarda, çok minik düzensizlikler birikerek, bir asteroitin yörüngesinde birbirlerini besleyip onun düzensiz davranmasına yol açabilir. Biriken düzensizlikler neticesinde bir cismin kaotik davranmaya başladığı, yörüngesini çılgınca değiştirdiği veya güneş sisteminin tamamen dışına uçtuğu durumlar bile vardır.

Poincaré'nin sonucu şok etkisi yaptı. Güneş sistemimizin içinde kaosun yattığını ileri sürüyordu. 200 yıldan fazla bir süre, Newton'un saat gibi işleyen evreni, düzen ve tahmin edilebilirlik paradigması olmuştu. Artık onun kaos ve belirsizlikle bozulduğu ortaya çıkmıştı. Bu, dünyanın yörüngesinin uzun bir gelecekte kararlı olacağı anlamına mı geliyordu yoksa o sonunda kaotik davranıp güneşten kopacak mıydı? Poincaré'nin sonucu, kaos teoreminin, minik etkilerin birbirini besleyip büyüttüğü, lineer olmayan sistemlerde çok zengin bir işleyişin bulunduğuna dair bir inancın ilk kez gündeme gelmesini sağladı. (Bkz. GERİBİLDİRİM)

Poincaré'nin Üç-Cisim Probleminin analizi, izafiyet ve kuantum teoreminin bilimsel devrimleriyle gölgelendi ve Üç-Cisim Problemini tanımlayan, lineer olmayan diferansiyel denklemlerin çözümünde saklı zorlukların üstesinden gelinmez olduğu görüldü. (Bkz. LİNEER OLMAMA.) Ta ki 1954'de A.N. Kolmogorov, V. Arnold ve J. Moser adlı matematikçiler lineer olmayan diferansiyel denklemleri çözmek için yeni teknikler geliştirene

kadar. Bunların sonucu, KAM teoremi, Poincaré'nin sonucuna kesinlik kazandırdı. O, güneş sisteminin kararlı olduğunu –tüm düzensizliklerin küçük olduğunu ve gezegenlerin "yıllarının 1:2 veya 2:3 gibi basit oranlara düşmediğini– kanıtladı. Bu durumda, ne zaman gezegenlerin yörüngeleri, bir erişkin gibi bir çocuğu salıncakta düzenli olarak ittiğinde en küçük düzensizlikler bile birikecekti. Sonuç, hoparlör sisteminin çığlık atmaya başladığında gerçekleşen bir tür geribildirim veya REZONANS'dır. Düzenli bir yörüngede kalmak yerine, gezegenin hareketi giderek daha dengesizleşir ve kaotik olur. Şimdilerde güneş sistemimizin muhtemelen kararlı olduğu düşünülmektedir.

Bugün, yüksek hızlı bilgisayarlar sayesinde, gezegenlerin bu karmaşık hareketlerinin ayrıntılarını ortaya çıkarmak mümkün olmaktadır. Astronomlar, potansiyel kaos bölgelerinin Satürn'ün halkalarındaki boşlukları açıklayabileceğini düşünmektedirler. Bu bölgelerin birine bir taş koyulduğunda, taş, onun yörüngesini hayli kararsızlaştırır ve onun, uzay boşluğuna fırlamasına yol açar. İşte bu yüzden, güneşin etrafında düzenli bir tarzda milyonlarca yıl dönen bir astreoitin hareketi bir gün dengesizleşmeye başlar, böylece astreoit kuşağını terk eder ve güneş sisteminde dolaşır, ta ki dünyaya bir meteor olarak düşene kadar.

UZAYSAL ZAMAN

Bir olayın üç boyutlu uzay ve tek boyutlu zaman içinde nerede olduğunu söyleyebiliriz. Toplam dört boyut doğal sayılarla tanımlanır ve birlikte uzay-zamanı oluşturur. Fizik yasaları onları farklı şekilde ele alır; öyle ki onlar bir dereceye kadar birbirine çevrilebilirler. (Bkz. ÖZEL İZAFİYET)

Sorulmasının bir faydası yokmuş gibi görünen bazı sorular vardır. Evrenimizin zaman boyutu BÜYÜK PATLAMA ile başladıysa, ondan "önce" ne oldu? Eğer yarın yağmur yağacaksa, bu olgu "zaten" zamanın içinde midir? Zamanın içinde yolculuk edebilir miyiz? (Bkz. ZAMANDA YOLCULUK) Bu sorular kendimizi ve bilincimizi fiziksel zamanın dışında düşünüp, buna rağmen zamanın akışını tecrübe etmeye dayanmaktadır. Ne var ki akan zaman, uzaysal zamanla aynı değildir.

UZMAN SİSTEMLER

Uzman sistemler, bir çeşit insan uzmanlığı içeren seri bilgisayar programlarıdır. Onlar, bir insan uzmanının bilgisinin ve tekniklerinin bir dizi basit ilkeler veya araştırma metotları altında toplanabileceği durumlarda, zamandan ve paradan büyük oranda tasarruf etmeyi sağlayan YAPAY ZEKÂ uygulamasıdır. Organik moleküllerin yapısını saptamada kimyacılara yardım eden uzman sistemler vardır. Başka çeşitleri teşhislerde doktorlara yardım eder. Geçmiş celplere dayalı ilgili argümanların toplanmasında hukukçulara yardım eden uzman sistemler de vardır. Bir psikiyatr ile hastasının görüşmesini taklit etmek üzere geliştirilmiş bir bilgisayar programı olan ELİZA, uzman sistemlerin meşhur bir parodisidir.

Bir uzman sistem geliştirmek pahalı ve zordur: Uzman insanların başvurduğu bilgiler ve bir şeyi analiz etme veya sınıflandırmada kullandıkları prosedürler hakkında, onlarla kapsamlı bir söyleşi yapılmalıdır. Bazen bu söyleşiler kesin prosedürlere ve dolayısıyla başarılı uzman sistemlere kaynaklık eder ama genelde tüm yapay zekâ yazılımlarının önündeki büyük engele çarparlar: Uzman insanlar kararlarını nasıl verdiklerini genelde bilmezler ve en azından açık mantıksal bir sıra içinde bir metot formüle edemezler. Büyük doktorlar ve hukuk adamları genelde sezgileri veya içgörüleri ya da salt gizli bir yetenekle hareket ederler. İhtimal üzerinden karar verme noktasında "önsezileri" vardır. Düşünme tarzlarının taslağını adım adım çıkarmalarını istemek, anadilini konuşan birinden, konuşurken bilinçdışı olarak kullandığı dilbilgisi ilkelerini açıklamasını istemek kadar zordur. Öte yandan uzman insanların detaylı bir şekilde sorgulanması, sonunda bir uzman sistemi tesis etmeye yarayabilir. O sistemin ilkeleri, bilgisine başvurulan uzmanın kullandığı ilkelerden çok daha açık bir biçimde formüle edilebilir.

TURİNG MAKİNELERİ olarak işlev gören seri bilgisayarlar için uzman sistemleri vardır ve onlar açık, mantıksal, adım adım kurallara göre çalışabilirler. Onlar, bir sistemin istisnalar veya etkileşim içeren (dillerin tercümesinde olduğu gibi) pek çok kısmı kurallarla yönetildiğinde veya örüntü tanımanın (kokuları veya parmak izlerini ayırt etmek gibi) gerektiği durumlarda faydasızdır. Bu durumların bazılarında SİNİRSEL ŞEBEKELER

"uzman" olarak iş görebilir fakat onlara denk yapay zekâ araçlarının henüz bulunmadığı pek çok insani yetenek mevcuttur.

YAPAY HAYAT

Bizim bildiğimiz kadarıyla hayat karbon temellidir fakat silikon çiplerine dayanan hayat şekilleri mevcut olabilir mi? John von Neumann'ın makineleri, Stanislaw Ulam'ın hücresel otomatları ve John Comvay'in HAYAT OYUNU, hepsi, kendilerini yeniden üretme kapasitesine sahiptirler. Bilgisayar virüsleri bütün bir şebeke içinde yayılıp, bilgisayarın belleğine saldırabilir ve kendi amaçları için silikon çiplerini kullanabilirler. Tüm bunların canlı diye adlandırılabileceği bir bağlam var mıdır?

Bilim moleküler mühendisliğin dünyasına girdiğinden beri yapay hayat daha bir mümkün hâle gelmiştir. Yalnızca elektron mikroskobu altında görülebilecek derecede küçük makineler yapılabilmektedir. Kan damarlarına yerleştirilen çok hassas pompalar ve cihazlar onarımlar yapmak ve diğer tıbbi müdahaleler de bulunmak için insan vücudunun içinde dolaşabilmektedir. Bir gün bu makinelere kendi kendini kopyalama gücü kazandırılabilir.

Hiçbir insani müdahale olmaksızın yıllarca çalışacak, kendilerini onaracak ve hatta kopyalayacak robotlar, deniz altında, dış uzayda ve hatta diğer gezegenlerin yüzeyinde yapılabilir. Uluslar arası bilgisayar şebekeleri kendi amaçlarını ve kişiliklerini geliştirecek bir karmaşıklık seviyesine ulaşabilirler. Makinelerin, bugün hayvanların olduğu gibi, kendi yasal hakları olacak mı? Bu sistemlerde mutlaka bilinç olmalı mı? (Bkz. BİR BİLİNÇ BİLİMİNE DOĞRU.)

Hayat, sadece üreme değil çevreyi değiştirme ve diğer organizmalarla rekabete veya işbirliğine girme yeteneğini de içerir. Yapay hayat ne gibi bir rol üstlenecek? Yapay sistemler, insanlarla karşılıklı fayda esasına dayalı bir ortak yaşam kuracaklar mı? Bizim kölelerimiz mi olacaklar? Yoksa onlar, yeryüzündeki insanların yerini mi alacak veya insani durumumuzu yeniden mi tanımlayacaklar?

Etiğin ve yapay hayatın sunduğu amaçlar, hayatın anlamıyla ilgili çok eski soruları gündeme getirmektedir. Onlar bilim kurgunun spekülasyonları gibi görünebilir ancak bazı bilim adamları ve düşünürler tarafından ciddiye alınmaktadır.

YAPAY ZEKÂ

Yapay zekâ (YZ), zekice davranabilen bilgisayarların nasıl yapılacağını inceleyen bilim dalıdır. Temel YZ felsefesi, insan zihninin bilgisayar gibi çalıştığı varsayımına dayanır. Bu yüzden o, insan zihni kadar etkin çalışabilecek bilgisayarların geliştirilebileceğini savunur. Bu iki esaslı varsayım, tüm insan psikolojisi paradigmasını, "Bizler açılır kapanırız.", "Bizler kendi fitillerimize üfleriz." ve "Bizler başarmak ya da kaybetmek için programlanmışızdır." türündeki popüler metaforlar ortaya seren bir "zihin makinesi" olarak öngörmektedir. YZ paradigması, insan düşüncesinin yalnızca bilgisayarlar tarafından taklit edilebilir yanlarını "geçerli" ya da "bilimsel" olarak tarif etmektedir. Bazı eleştirmenler bu modelin çok sınırlı olduğunu ileri sürmektedirler.

Satranç oynayan otomatlar gibi "mekanik insanlar" tasarlama düşüncesi, en azından üç yüz yıllık bir geçmişe sahiptir ama düşüncenin hayata geçmesi için, 1940'lardaki yüksek hızlı elektronik bilgisayarların gelişmesini beklemesi gerekiyordu. Bugün YZ, kapsamlı bir bilimsel ve ticari uygulamaya sahiptir. Bilimsel bilgisayarlar, kelime işlemciler ve iş makineleri artık önceleri sekreter ordularını gerektiren bir sürü işi yapmaktadır. Geleceğin makinelerinin, –bir dilden diğerine mekanik çeviri yapmak gibi– ne kadar "zekice" işler yapabileceğini ileride göreceğiz.

Tüm mühendisler, makinelerde, iki veri işlem çeşidini kullanmaktadırlar. Beynin bire bir sinir yolu bağlantılarını model alan SERİ İŞLEM, zihinsel aritmetik gibi kurallı ("algoritmik") işlemler de dahil olmak üzere, tüm açıkça tanımlanmış mantıksal ve matematiksel işlemleri yapmaktadır. (Bkz. CHURCH-TURİNG TEZİ; TURİNG MAKİNELERİ) Çoğu sıradan kişisel bilgisayarlar seridir ve adım adım hesap yapma kapasiteleri sadece "mantıksal alan"ları (belleklerinin büyüklüğü) ve hızlarıyla sınırlıdır.

YZ makinelerinin ikinci ailesi, paralel işletimciler olarak bilinen SİNİRSEL ŞEBEKELER veya bağlantıcı modellerdir (Bkz. BAĞLANTICILIK); beynin binlerce nöronunun birbirine bağlı olduğu sinirsel ağ temeline dayanır. Paralel işletimciler, ses ve yüz tanıma (örüntü tanıma) gibi işleri yapmada daha verimlidirler ve basit "öğrenme" kapasiteleri vardır ama kurallı işlerde seri işletimcilerden daha az faydalıdırlar. Seri bir işletimcide paralel işlemi tekrar etmek mümkündür.

YZ'nin elde ettiği bazı başarılar UZMAN SİSTEMLER'in (tıbbi teşhis ve hukuki örnekler için) yapımı ve görme, formel dil ve hafızanın modellendirilmesidir. Formel olmayan ancak etkili problem çözümünün ve dilin formel olmayan kullanımının (bağlam, metaforlar, çağrışımlar vb kullanmak) modellendirilmesinde başarısız olunmuştur.

Dil tercüme makineleri büyük oranda başarısız olmuştur ve görsel imgelem veya seri ya da paralel işletimcilerde yeni kavramlar oluşturmayı içeren zihinsel alanların modellendirilmesi, mümkün olamamıştır. (Bkz. DÜŞÜNME)

Bir YZ uzmanı tipik bir şekilde ya seri ya da paralel işlem üzerinde yoğunlaşır ve sadece bir tür problem çözümü metodunu inceler. BİLGİSAYAR TABANLI PSİKOLOJİ'den farklı olarak, YZ, sadece kendi modellerinin çalışmasıyla ilgilenen, tamamen matematiksel bir mühendislik disiplinidir. Psikolojideki DAVRANIŞÇILIK gibi, deneyim modeline sahip değildir. Tüm YZ uzmanları arasındaki en yaygın felsefe, İŞLEVSELCİLİK'tir; bir şeyin nasıl davrandığını tanımladığımızda onunla ilgili önemli olan her şeyi söylemişiz demektir inancı. Oysa insanlar, kendi tecrübelerini veya niyetlerini davranışlarıyla ilgisiz ya da önemsiz olarak görmezler. Bu nedenle YZ işlevselciliği ile insanların kendi davranışları hakkındaki bilinçliliği arasında mantıksal bir boşluk vardır. (Bkz. ZİHİN-BEDEN SORUNU)

YAPI KOPYALAYAN MAKİNELER

YAPAY HAYAT mümkün müdür? Kendilerini onaran ve kopyalayan robotlar yapılabilir mi? Eğer bu makineler hayata geçirilecekse, onlar, YAPI TASVİRİ ilkelerine dayanacaktır.

1940'larda, matematikçi John von Neumann kendi kendini kopyalayan makinelerin matematiğini araştırdı. Yeryüzünün her yerinde dolaşan, ayrı parçalan toplayıp diğer makineleri yapan EVRENSEL YAPIMCI adında gelişmiş bir robotu hayal edin. Herhangi bir makinenin tasviri verildiğinde o hemen onu yapmaya koyuluyor. Kendisinin tasviri verildiğinde makine kendisinin tam kopyasını yapacaktır.

Bu makine canlı mıdır? Neumann, hayır demektedir. Kopyalanmış yeni makine kendini kopyalayamaz çünkü kendi varlığının bir tasvirine sahip değildir. Kopya sadece kendisine tasvirleri

verilen makineleri yapabilir. Neumann'a göre, hayatın olabilmesi için, baştaki orijinal makinenin sadece kendisini değil ayrıca kendi tasvirini de kopyalayıp onu yavrusuna eklemesi gerekir. Böylece yavru kendini çoğaltabilir ve bunu yaparken kendi makine tasvirini de çoğaltıp onları sonraki nesle aktarır. Bu yolla YAPI KOPYALAYAN makine veya YAPI TASVİRİ makinesi varlığını sınırsızca devam ettirecektir.

DNA bulunduğunda, hücrenin tam da von Neumann'ın tahmin ettiği özelliklere sahip olduğu ortaya çıkarıldı. DNA molekülü bir hücrenin aktif bir tasviriydi aynı zamanda kendini kopyalayacak sisteme sahipti. Hücre bölündüğünde kendi DNA'sının bir kopyasını çıkarır.

Von Neumann'ın çalışma arkadaşı S. Ulam, kendi kendini çoğaltan sistemlerin hücresel otomat diye adlandırdığı bir yapıdaki benzerlerinin bilgisayarda yapılabileceğini gösterdi. Bazı bilim adamları, hücresel otomatların bir anlamda canlı olarak nitelendirilip nitelendirilemeyeceklerini sorgulamaya başladılar. Bilim-kurgu yazarı Arthur C. Clarke, 2001 filminin sonunda, gelişmiş zekâların gezegensel mühendisliği meydana getirmek için von Neumann makinelerini kullanabileceğini öne sürmüştü. Tek bir makine Jüpiter'in yüzeyine yerleştirilir ve kendini kopyalamak için Jüpiter'in atmosferinin elementlerini kullanır. Bir makine iki olur, iki dört, dört sekiz ve çok geçmeden gezegenin yüzeyi gezegenin atmosferini tamamen değiştirecek makinelerle dolar.

Bilim-kurgu mu yoksa geleceğin mühendisliği mi? Artık molekül boyutunda makineler ve cihazlar, yalnızca elektron mikroskobuyla görülebilecek kadar küçük ve gelişmiş aygıtlar yapmak mümkün. Eğer onlara kendilerini kopyalama gücü kazandırılırsa, von Neumann makinelerinin minyatürleri olup, örneğin bir yağ lekesinin içindeki kirleticileri yok etmek için kendilerini çoğaltarak, lekenin her yerine yayılabilirler.

YAPISALCILIK

Fransa ile yakından bağlantılı olan yapısalcılık, varsayımsal derin yapısal ilişkilere dayanmaktadır. Sosyolog Claude Lévi-Strauss, pek çok farklı toplumdaki sosyal ilişkilerin ve kurumların karmaşık ağlarının, yakın akraba ile cinsel ilişki kurma

tabusuyla ilintili az sayıda prensibe dayandığını savunmuştu. Psikolojide Jean Piaget ve başkaları, geniş çeşitlilikteki insan davranışlarını doğuran temel bilişsel stratejileri sınıflandırmıştı. Dilbilimci Noam Chomsky, ayrı ayrı dilleri karakterize eden yüzeysel yapıların, tüm insani konuşmalarda ortak olan derin dilbilimsel yapılardan daha az öneme sahip olduğunu iddia etmektedir. Hatta matematiğe bile yapısalcı bir sınır konulabilir. Kategorik cebirlerin geometri ya da cebire özgü matematiksel ilişkilerle çok fazla ilintisi yoktur, daha çok onlar arasında yer alan evrensel ilişkiler kümeleriyle ilintisi vardır.

Yapısalcılık, az sayıdaki nesnel, evrensel ilkelerin –yapısal ilişkilerin– tüm insan davranışlarının ve bilgisinin temelinde yer aldığını varsayar. Bunun tersine, post yapısalcılık veya yapı sökümcülük öznellik ve izafiliği vurgular. (Bkz. İZAFİYET VE İZAFİYETÇİLİK) Yapısalcılığın savunduğu üzere bir metin sadece tek bir nesnel anlama sahip değildir. O, okuma eylemi içinde ortaya çıkarılır ve yazarın önyargılarını ve temelini yansıtır. Bir romandaki karakter, erkek ve kadın okuyuculara farklı görünür ve o, okuyucu, erkek olduğunu sandığı yazarın gerçekte kadın olduğunu öğrenince ani bir anlam kaymasına uğrar. Açıkçası, anlam münhasıran metnin içinde bulunmaz, kısmen okuma eylemi içinde yaratılır.

Yapısalcı evren birkaç yapısalcı yasaya dayanırken, post yapısalcı evren güçlü bir öznel elementle kendi kendini meydana getirmektedir. Çağdaş bilim bu iki uç arasında bir seyir izler. Lineer olmayan sistemler öz-organizasyon ve bağlam bağımlılığı ilkelerini vurgularken, kuantum teoremi gözlemcinin rolünü ve tamamlayıcılığın bağlam-bağımlı yapısını vurgular. Bilim ayrıca belirli düzeyde bir nesnellik ve bağımsızlığı varsayar. Dünya, anlamı okuma eylemi içinde yatan bir metin olabilir ama çoğu bilim adamının inandığı üzere, metnin kendisi nesnel, bağımsız bir varlığa sahiptir.

YEREL OLMAMA

Yerel olmama, yerel kuvvetlerin yokluğundaki eylem, nedenselliği olmayan eylem demektir. Uzak olaylar arasında yerel olmayan bir ilişki bulunması gerektiği savı kuantum mekaniğine

aittir fakat bu klasik veya Newtoncu fiziğin en temel ilkesinin bir ihlalidir.

Klasik fizik düpedüz yerellik ilkesine –birbiriyle bağlantılı olaylar bir dizi sebep sonuç ilişkisi ile birbirine bağlıdır– dayanır. Bir kapıyı ittiğimizde o açılır; kapı açıldı çünkü bir kuvvetle onu ittim deriz. Bir telefon hattından ses duyuyorsak, bunun nedeni, bir elektronik sinyalin o sesi kaynaktan taşımasıdır. Aynı olgu bir radyo programı için de geçerlidir, radyo uzaklara ses yayını yapar, çünkü bir dizi elektromanyetik dalga o sesi kaynaktan taşır.

Tüm bu yerel nedenleri olan olaylarda, bir çeşit enerji A'dan B'ye aktarılır, B zaman açısından A'dan geçtir. Enerji uzay içinde ışık hızından daha büyük olmayan bir hızla sürekli A'dan B'ye akar. Öte yandan, yerel olmayan kuantum olaylarında, A'dan B'ye hiçbir enerji aktarımı olmadan, iki uzak olay arasında bir bağlılaşım söz konusu olabilir ve A ile B'deki olaylar tam olarak aynı zamanda cereyan edebilir.

Kuantum fiziğinde yerel olmamanın en basit örneği, bir parçacığın davranışında görülür; her ne kadar o parçacık dalga formu içinde pek çok imkânları taşısa da ve yerel olmayan bağlılaşımlar gerçekte onlar arasında gerçekleşse de. Çok büyük bir çift yarık deneyi, radyo astronomiyle yapılan bir deney düşünün. Tek başına bir foton uzak bir yıldızdan ayrılır ve sahiden çift yarıktan, yeryüzünde aralarında millerce mesafe bulunan A ve B'den geçer. Bu çeşit fotonlardan oluşan bir demet, bir girişim modeli oluşturur çünkü tek tek fotonlarla ilgilensek bile, onların her birinin dalga fonksiyonu, her bir fotonun yarıklardan geçerken izleyeceği olası tüm yolları kapsayacak şekilde yayılır. Dolayısıyla saptanan girişim modeli olasılıkların –A yarığından geçme olasılığı ve B yarığından geçme olasılığı– bir girişimidir. (BAĞLAMCILIK'ta çift yarık deneyi mevzusuna bakınız.)

Çift yarık deneyi mevzusundan biliyoruz ki, iki yarığın önüne parçacık detektörleri koyarsak, foton bir parçacık olarak tespit edilir ve onun tek bir yarıktan geçtiği görülür. Ancak parçacığı A veya B yarığında tespit ettiğimiz anda, onun diğer yarıktan da geçme ihtimali kaybolur. Aynı şey girişim modeli için de doğrudur. Bir kez parçacığı saptadık mı, onun dalga fonksiyonu başka her yerde kaybolur. Aynı parçacığı iki kez asla saptayamayız.

Dalga fonksiyonunun diğer kollarının veya fotonla ilintili tüm olasılıkların kaybolması yerel olmayan bir etkidir. Parçacığın A yarığında saptanması onun B yarığında bulunma ihtimalini sıfıra indirir. Böylece A ve B'deki olaylar veya olasılıklar bağlılaşık olur, A'da bulunma ihtimali bir olurken, tam o anda B'de bulunma ihtimali sıfır olur veya tersi. Bu nedensel değildir. A'dan B'ye hiçbir kuvvet veya sinyal geçmemektedir.

Bu anlık etki izafiyetle ters düşmez çünkü ışıktan daha hızlı bir sinyali kullanmamıştır. İki ihtimalin bağlılaşık olmasının basit nedeni, onların daha büyük bir bütünün (dalga fonksiyonu) özellikleri olmasıdır ve birisinde meydana gelecek bir değişim otomatik olarak diğerinde de bir değişime yol açar. (Bkz. HOLİZM) Kuantum fizikçileri olasılıkların kendi aralarında bağlantılı olduklarını söylerler.

Newtoncu bakış açısıyla, yarışın belli olduğu söylenebilir –biz parçacık detektörümüzü koymadan önce foton zaten A veya B yarığına doğru yol almaktadır–. Ama bu sadece fotonun parçacık yorumudur ve onun dalga özelliğini hesaba katmaz. Hiçbir parçacık detektörünün olmadığı durumda meydana gelen girişim modelini ve fotonun aynı anda hem A hem de B'den geçişini açıklayamaz. Deneyi tamamen anlamak için dalga/parçacık ikiliği, kuantum belirsizliği ve yerel olmama mevzularını akılda tutmalıyız. Kuantum fiziği bunların hepsini kapsar.

Uzay veya mekan içinde ayrılmış iki ya da daha fazla parçacık arasında da yerel olmayan bağlılaşımlar vardır. (Bkz. BELL TEOREMİ)

YEZ SİMETRİSİ

Temel parçacık fiziğinin yasalarında, üç önemli ayna görüntüsü simetrileri vardır. Y, E ve Z, yük, eşitlik ve zaman simetrilerini ifade etmektedir.

Y simetrisi, her parçacık için aynı kütleye fakat farklı yüke ya da renge sahip bir karşıt parçacık –elektron ve pozitron veya yukarı kırmızı kuark ve yukarı anti kırmızı kuark gibi– bulunduğunu gösterir. E simetrisi, olası her "sol elli" işlem için eşit ve zıt bir "sağ elli" işlem olduğunu söyler. Z simetrisi, olası her fiziksel işlem için onunla zıt zaman yönünde işleyen başka olası bir işlem vardır, der. YEZ simetrilerinin tamamen savunulması

uzun zaman almıştır. Gerçekte, onların üçü de en azından zayıf çekirdek etkileşimi (Bkz. ELEKTROZAYIF KUVVET) tarafından bozulmaktadır; sanki onlar azıcık biçim bozucu bir aynada yansımışlar gibi. Bu bozulma teorik olarak iki genç Çinli fizikçi, Lee Tsung-Dao ile Yang Chen Ning tarafından 1956'da ortaya atılmış ve kısa bir süre sonra da deneysel olarak kanıtlanmıştır. Pek çok fizikçi büyük şaşkınlığa uğramıştı. Wolfgang Pauli "Tanrı zayıf bir solaktır." diye serzenişte bulunmuştu. Ancak geçmişe baktığımızda şimdi anlıyoruz ki bu simetrilerin hiçbiri tam olarak gerçekleşmemektedir; bizim makroskopik ölçeğimizde dahi. Bir bütün olarak evren, ANTİMADDE'den çok daha fazla madde içermektedir. (BÜYÜK BİRLEŞİK TEOREMLER) Bedenlerimiz proteinlerinin içinde yalnızca solak amino asitleri ihtiva ederler. Ayrıca ENTROPİ'deki artışa rağmen bir ZAMAN OKU'nu deneyimleriz. Bu makroskopik asimetrilerin mikroskopik asimetrilerle ilişkili olması belki de şaşırtıcı değildir.

Simetri hikâyesinin son ve ilginç bir dönüm noktası olarak; YEZ simetrisinin toplam birliği tam olarak korunur, tekil Y, E ya da Z verili durumda bulunmasa dahi. Örneğin, solak bir nötrinonun videosu geriye sarıldığında, tam da sağ elli bir antinötrinonun videosuna benzeyecektir.

YILDIZLAR

Eski insanlar, yıldızları, değişmeyen bir seyir yerinden insanların çalkantılı dünyasını seyreden, "semavi bir öz" den oluşmuş, yüce ve tanrısal varlıklar olarak düşünüyorlardı.

Bugün bu manzaranın tamamen yanlış olduğunu biliyoruz. Çeşitli türlerdeki yıldızlar, bizler gibi, aynı evrenin bir parçasını oluşturmaktadır. Onların da ömürleri, krizleri ve dramaları vardır ama daha büyük ölçekli. Kendi bedenlerimiz yıldız tozundan oluşmuştur.

Yıldızlar görünür evreni oluşturan ana unsurlardandır. Galaksimizde yaklaşık 10^{11} tane yıldız vardır ki onların arasında güneşimiz oldukça vasattır. Yıldızların kütleleri değişir; güneşin kütlesinden yaklaşık altmış kat büyüklükte bir kütleye sahip olanından onun kütlesinin onda birine sahip olanına kadar. Eğer yıldızın kütlesi bu sınırın altına düşerse, parlaması için gerekli nükleer tepkimeleri ateşlemeye yetecek sıcaklık ve iç

basınç meydana getiremez. (Örneğin güneşimizin en büyük gezegeni olan Jüpiter, güneşin kütlesinin sadece 0,001 oranında bir kütleye sahiptir.)

İlk-yıldız gaz kütlesi kütlesel açıdan sıvılaşır, basıncı ve sıcaklığı –özellikle merkezde– artar. Başlangıçta ağırlığının yaklaşık % 75'i hidrojen, % 25'i de helyumdur. Tüm diğer elementler ise % 0,01 ile 3 arasında değişen bir orana sahiptir. Güneşte merkez ısısı $15x10^6$ K'ye ulaştığında, hidrojen helyumla birleşip muazzam enerjiye sahip bir ışıma yapmıştır. Yeryüzünde bu füzyon işlemini ucuz bir nükleer güç kaynağı olarak yeniden üretmeye çalışsak da, bunun ticari açıdan uygulanabilir bir yolu henüz bulunamamıştır.

Bir yıldızın merkezinde oluşan ısı çok yavaşça dış katmanlarına sızar. Fotonlar madde katmanlarıyla etkileşim kurup yüzeye –fotosfere– varana kadar yavaş yavaş soğurlar. Güneşte bu, yaklaşık 30.000 yıl sonra 5800 K sıcaklığında gerçekleşir. Bunlar sarı ışığın fotonlarıdır; güneşin sarı rengi de onlardan kaynaklanır. Güneşin görünen kısmının arkasında, çok daha sıcak, hayli ince bir gaz katmanı vardır. Korona diye adlandırılan bu gaz katmanı X-ışınları yayacak kadar sıcaktır ve adım adım "yıldızlardan çıkan yüklü zerreler cereyanı" olarak uzaya karışır.

Güneşten veya diğer pek çok ana yıldızdan çıkan enerji kendi kendini düzenler. Onun dış katmanları, merkezden kaçan fotonların ışıma basıncı ile şişkin tutulur. Herhangi bir nedenden dolayı merkezdeki enerji üretim oranı düşerse, yıldız büzüşür. Ardından merkezin basıncı ve sıcaklığı tekrar artar ve merkezin enerji üretim oranı yükselir. Aynı şekilde, merkezin enerji üretim oranındaki küçük bir artış, yine aynı işleyişle azaltılır. Enerji üretiminin ana düzenleyicisi yıldızın kütlesidir. Ağır yıldızlar hafif olanlardan daha kısa ömürlüdür. Ayrıca yaşamlarının son dönemine kadar daha parlak ve mavidirler (ana dizi).

Bir yıldız hidrojeninin %12'sini helyuma dönüştürdüğünde kararsız hale geçer. İçindeki helyum maddesi sıkışır ve merkezin çevresindeki bir katmanda hidrojen yanar. Dış katmanlar ışıma basıncından ötürü genleşir ve soğur. Sonra yıldız ana diziden çıkar, daha parlak ve kırmızı olur ve sonunda kırmızı bir dev olur. Bizim güneşimizin de $5x10^9$ yıl önce dünyamızı içine alarak bunu gerçekleştirdiği sanılmaktadır. Bu genleşme

evresi sırasında, ağır ve büyük bir yıldız, merkezdeki helyumu yakarak karbon ve hatta daha ağır elementlere dönüştürebilecek kadar sıcak olabilir.

Sonunda büyüyen yıldız nükleer yakıtını tüketir. Artık ışıma basıncıyla desteklenemez ve merkez kütle çekimsel kuvvetin etkisiyle çöker. Dış katmanlar savrulur. Bu noktada yıldızın kütlesine bağlı olarak üç muhtemel son söz konusudur. Bu aşamada, güneşten 1,4 kez küçük ağırlığa sahip (önceki aşamada ondan daha ağır olabilirler) yıldızlar, beyaz cücelere dönüşür. Onlar yaklaşık dünya büyüklüğündedir, güneşinki kadar kütleye sahiptir ve yavaş yavaş soğuyarak görünmez olurlar. Daha ağır yıldızlar muazzam bir süpernova patlaması geçirirler. (Bkz. SÜPERNOVALAR) Sonra ya NÖTRON YILDIZLARI veya –yeterince ağır iseler– KARA DELİKLER olurlar.

Bir yıldızın zengin ağır elementlere sahip savrulan dış katmanları, yıldızlar arası ortama döner ve sonunda sonraki yıldız kuşaklarına katılırlar. Güneşimiz oldukça genç bir yıldızdır. Dünyanın ve bedenlerimizin ağır elementleri eski yıldızların içlerinde asırlarca önce sentez edilmiştir. (Bkz. KİMYASAL ÇEŞİTLİLİK)

YİRMİNCİ YÜZYILDA PSİKOLOJİ

Psikoloji önemli bir bağlamda, insan soyu kadar eskidir. O başka insanları örtük veya sezgisel olarak anlamakta kullanılmıştır ve onun görüşlerine yeryüzünün her tarafındaki mitlerde ve edebiyatlarda rastlanır. Ama bu antik anlamıyla o, sistematik bir bilim değildi. (Bkz. makale C. YENİ ZİHİN BİLİMLERİ)

Tabii bir bilim olarak psikoloji, Wilheim Wundt'un 1879'da ilk psikoloji laboratuarını Almanya'da açmasıyla başlamıştır. O, içe bakışa büyük güven duymakla birlikte, algı ve ilişki konularını deneysel olarak inceledi. Temel soru şuydu: Bilinci oluşturan en basit unsurlar (John Locke'un "idealar"ı) nelerdir? Çok geçmeden, Ivan Petroviç Pavlov'un köpekler üzerinde yaptığı şartlı refleks deneyleri, uyarım ve tepkinin nasıl ilişkilendirildiğini keşfetmenin daha kesin ve nesnel bir yolunu sundu. Böylece deneysel psikoloji başladı.

20. yüzyıl psikolojisinin iki önde gelen şahsı William James ve Sigmund Freud'dur. Kimya, fizyoloji, tıp ve ayrıca felsefe

alanlarındaki temeli ve kendini yetiştirmişliğiyle James, psikolojinin tabii bir bilim olarak gelişmesini çok istiyordu. Davranış ve içsel tecrübeye dair edindiği özenli veri birikimi, bu yeni bilime muteber, olgusal bir temel kazandırmakta gerçek bir katkı oluşturmuştur. Bunlardan daha da önemlisi, belki de James'in indirgemeci olmamasıydı. Gözlem ve deneye dayalı bilimsel metodu benimsemiş, ama aynı zamanda Newtoncu fiziğin atomculuğunu ve determinizmini inkâr etmişti.

James, mekanikçi fiziğin ne insan hayatına ne de fiziki dünyaya uygulanamayacağını düşünüyordu. Ona göre, dünyanın temel tözü ne zihinsel ne de fizikseldi fakat bu ayrımlardan önce gelen bir şeydi. Bizler hem bütünleri hem de zamanın akışını tecrübe ettiğimiz için, gerçeklik bütüncül, süreçsel bir özelliğe sahip olmalıydı. Özgür irade tecrübesine sahip olduğumuz için, dünya, en azından bir önceden belirlenmezlik boyutuna sahip olmalıydı. Ayrıca bir amaç duygusunu tecrübe ettiğimiz için, temel gerçekliğin evrimsel bir yanı olmalıydı. Kısaca James, insani deneyimin kategorilerinin dış dünyanın özelliklerini yansıttığına inanıyordu. Fiziksel gerçekliğe atfettiği pek çok özellik (bütünsellik, belirlenmezlik, evrimsel yan), Newtoncu fizikle uyuşmasa da, kuantum mekaniğinin yeni fiziğinde sonradan ortaya çıkacaktır. Bu yüzden James'in felsefesinin ve psikolojisinin, fizikteki yeni paradigmayı barındırdığı söylenebilir.

Freud, insan psikolojisinin daha karanlık, kesinlikle daha eski paradigmasına sahipti; her ne kadar onun psişenin yapısı ve dinamikleri ve bilinçdışı üzerinde yaptığı çalışmalar, temelleri kuşkusuz, sarsıcı nitelikte olsa da. Newton'un fizikte yaptığı çalışmaya büyük hayranlık duymuş ve onun bir benzerini psikolojide yapmaya bilinçli bir şekilde niyetlenmişti. Yasaları, fizik ve kimyanın yasalarını yansıtacak "bilimsel psikoloji"yi, açıkça dile getirmek istiyordu. Ona göre, psikodinamiğin temeli, içgüdüsel id'in kör ve determinist kuvvetleriydi. (Bkz. PSİKODİNAMİK VE PSİKOLOJİ.) İnsanlar cinsellik ve saldırganlık tarafından harekete geçiriliyor ve erken çocukluk hayatı sonraki gelişimlerini katı bir şekilde belirliyordu. Psişe, idin karanlık güçlerinin egonun baskıcı güçleriyle mücadele ettiği bir savaş alanıydı. Bu mekanikçi, indirgemeci bakış açısı, Freud'da, akıl etkiye sahipti ve yüksek manevi değerler için bir yer bırakmıyordu.

Freud, tüm psikodinamik ve psikoterapi geleneğinin gelişiminde baskın etki ve onlardan doğan "popüler psikoloji"nin de büyük kaynağıdır. Onun yaratıcı bakış açısı, kendimiz hakkındaki düşüncemizi değiştirmiştir; her ne kadar takipçilerinin çoğu sonradan onun düşüncelerine ve metotlarına şiddetle karşı çıkmışlarsa da. Öte yandan William James, deneysel psikolojinin doğmasına doğrudan büyük esin kaynağı olmuştur. Ayrıca TRANSPERSONEL PSİKOLOJİ ve İNSANCIL PSİKOLOJİ üzerinde de güçlü bir etki bırakmıştır.

Bugün, akademik psikolojide baskın olan gelenek deneyseldir ve katı bilimin geleneklerine ve düşüncesine olabildiğince yakın durmaktadır. Bazı kolları insanın motivasyon ve davranış yoluyla çevre üzerindeki etkisini incelerken, diğerleri, çevrenin ALGI dolayısıyla insan üzerindeki etkisini, HAFIZA ve maddi beyinle yapılan DÜŞÜNME'nin yapısını incelemektedirler. (Ayrıca Bkz. DAVRANIŞÇILIK; BİLGİSAYAR TABANLI PSİKOLOJİ; GESTALT VE BİLİŞSEL PSİKOLOJİ; PSİKİYATRİ)

Bir bütün olarak psikolojinin, fizik gibi temel bir bilim olarak kalıp kalamayacağı sorusu cevapsız durmaktadır. Onun ilgilendiği materyal her zaman kısmen özneldir. Örneğin, algı ve anlama hakkındaki çoğu psikolojik bulgu çok çeşitli beyin mekanizmalarıyla açıklanabilmektedir. Hangi mekanizmaların ilişkili olduğuna karar vermek için SİNİRBİLİM'in bilgisine ihtiyacımız vardır. Aslında, katı bilime özgü konular olması için tüm psikolojik bulguların, sinirbilimi, biyokimya ve hatta belki temel fiziğin keşifleriyle birleştirilebilmesi gerekmektedir.

Psikolojinin bazı yanları için beyin bilimleriyle bu birleşme zor olabilir. Örneğin, bilinç ve niyet gibi şeyler çok bildik, hatta basit görünse de tamamen bilimsel bir açıdan bakıldığında, bilinen herhangi bir beyin mekanizmasının onları nasıl üretebildiğini düşünmek zordur. Deneyim ve davranışı beynin işleyişiyle dikkatli bir şekilde ilişkilendirmek yetisi olmadan psikoloji, tarihe benzer. Onun uygulayıcıları faydalı bir şekilde deneyim ve davranış "örnekler"ini toplar ve sınıflandırırlar ama kuramsal açıklama için yeterli araçlardan yoksundurlar. Onların "alandan gelen" verileri, daha somut zihin bilimlerinin cevaplandırması gereken soruları çerçevelendirmektedir.

ZAMAN OKU

Niçin saatler şimdiden geleceğe doğru aynı yönde ilerler? Niçin anılarımız gelecekle değil de hep geçmişle ilgilidir? Niçin evrende, zamanın geçişini ölçen çeşitli işlemler aynı oku gösterirler?

Bir omlet yapımının veya büyüyen bir ağacın ya da bir kahve yapımının videosunu ele alalım. Eğer video geriye sarılırsa, bu, genel olgu bizimle ters bir durum yaratır. Olaylar bir tek yönde gelişir: Kırılan yumurtalar kendilerini onaramaz, ağaçlar tekrar tohuma dönüşemez, dökülmüş süt kabına geri dönemez. Zamanın bir oku vardır.

Zaman okunun sırrı, neredeyse mekaniğin tüm temel yasalarının zamanda-tersinir olduğunu fark ettiğimizde iyice derinleşir. Bir video kamerayı, ideal sürtünmesiz bir masada çarpışan bilardo toplarına çevirin. Şimdi de videoyu tersten izleyin. Çarpışmalar yine anlamlı gelecektir. İdeal sürtünmesiz bir dünyada mekanik yasalarının izin verdiği herhangi bir hareket, her iki yönde de –geçmişten geleceğe veya gelecekten geçmişe doğru– gelişebilir. O halde niçin zaman akışını belirsiz bir yönde tayin etmektedir? Bu, bilimin büyük sırlarından birisidir; izafiyet ve kuantum teoreminin devrimlerinden sonra dahi çözümsüz kalmış bir sır.

Evren, hepsinin yönlerinden memnun olduğu bir dizi farklı oklar sergilemektedir. Bu oklardan biri diğerlerinin işleyişini belirlemekte midir? Yoksa zaman oku, pek çok farklı sürecin müdahalesinin ortak bir sonucu mudur? Bu zaman oklarının bazılarına göz atalım.

Kozmolojik zaman: Evren genişlemektedir. Evrenin milyarlarca yıllık geçmişinin fotoğrafları elimizde olsaydı, onun ne kadar büyükse o kadar zamanımıza yakın olduğunu görürdük. Çoğu fizikçi tüm kozmosun BÜYÜK PATLAMA ile başladığına inanmaktadır. Bu başlangıç anından önce zaman var mıydı, yoksa zaman ve oku evrenle birlikte mi yaratıldı? Eğer vardıysa, evren nihayetinde BÜYÜK SIKIŞMA'ya doğru büzülmeye başladığında zaman okuna ne olacaktır?

Entropi: Gündelik hayatta çok sayıda süreç zaman okunu kanıtlamaktadır. Bizler yaşlanırız, arabalarımız paslanır, evlerimizin boyası çıkar, vazo çatlar, sıcak kahve soğur, el fenerinin

pilleri biter, saati yeniden kurmak gerekir. Bu ve pek çok başka yollarla zamanın şimdiden geleceğe akışı gözlemlenip ölçülebilir.

Yukarıdaki durumların her biri ENTROPİ'de bir artışı içerir. Sistemler kendi haline bırakıldığında, düzensizliğe ve tutarsızlığa doğru hareket ederek entropilerini artırırlar. "Zaman oku"nun başka bir adı da "entropi artışı"dır.

Entropi zaman okuna cevap mıdır? Sorun, sistemler bileşke parçalarına ayrıldığında, bu parçaların zamanda-simetrik yasalarla tanımlanabilmesidir. Entropideki karşı konulmaz artış nereden kaynaklanmaktadır? Zaman mı entropiyi doğurmaktadır, entropi mi zamanı?

Işık: Işığın temel yasaları zamanda-tersinir yasalardır. Lambayı yaktığınızda, ışık odanın içini doldurur. Işığın hareketini belirleyen Maxwell denklemleri, zamanın geriye döndürüldüğü duruma; ışığın karanlığın içinden odanıza geri dönmesine ve oradan, lambanın yakıldığı anda ona ulaşmasına izin vermektedir. Bu zamanın geriye döndürüldüğü durumu niçin asla göremiyoruz? Doğanın hangi yasası, bu durumlardan sadece birini zamansal ayna görüntüsünden seçmek üzere işlemektedir?

Kuantum çöküşü: Her zaman çok iyi belli olan günlük nesnelerden farklılık arz eden kuantum sistemleri, yapıları gereği belirsiz bir dizi olasılıklar veya imkânlar bütünüdür. Bir kuantum ölçümü yapıldığında, potansiyeller tek bir sonuca düşer. Sürecin yönü hep aynıdır; tıpkı bir radyoizotopun parçalanması gibi. Zaman kuantum düzeyinde bir yöne sahip görünmektedir. Bunun kozmolojik zaman okuyla ve entropi artışıyla ilgisi nedir? Kuantum süreçleri tüm evreni harekete mi geçirmektedir?

Psikolojik zaman: Anılarımız hep geçmişle ilgilidir; asla gelecekle değil. İçsel, psikolojik zaman deneyimimiz, saatlerin ve diğer maddi nesnelerin sergilediği zaman oklarıyla uyumludur. Bunun nedeni, bilinçle bağlantılı beyinsel işlemlerin bir zaman asimetrisine sahip olması mıdır?

Simetrinin bozulması: Zaman okunun derin, temel bir açıklaması olamaz mı? Her şey sadece basit bir şans meselesi mi? Doğanın temel yasaları çok büyük derecede simetriye sahiptir; oysa maddi evren bu derece simetri sergilemez. Örneğin, kuantum kuramı sıradan maddeye olduğu kadar anti maddeye de izin vermektedir. Buna rağmen evren, çok büyük oranda

maddeden oluşmaktadır. Pek çok durumda doğa yasalarının, biri diğerinin aynadaki görüntüsü olan iki olası çözümü vardır.

Fizikçiler, doğanın seçtiği belli bir çözümün bir şans meselesi olduğunu, bir kez evren bu özel "simetriyi bozucu" tercihi yaptıktan sonra, olayların sonsuza dek tutarlı bir şekilde birbirini izlediğini düşünmektedirler. Zaman okunun da buna benzer bir kökeni olabilir; baştaki zaman simetrisini bozma tercihi, evrendeki pek çok zamansal işlem bir araya gelip aynı yönde ilerlerken sabitleşmiştir. Ancak evrenin farklı bölgeleri bu simetriyi birbirinden bağımsız bir şekilde bozmuşsa, karşıt zaman algılayışlarına sahip bölgelerin kesiştiği yerlerde uyuşmazlıklar olmalıdır. Bunu paradokssuz düşünmek oldukça zordur.

Parçacık fiziği: Zamanda simetrik olmayan ender bir süreç (K^0 mezonlarının bozunumu) vardır. (Bkz. YEZ SİMETRİSİ)

Öteden beri, fizikçiler arasında, zaman okunun bu yanlarının hangisinin temel olduğu noktasında bir fikir birliği olmamıştır.

ZAMANDA YOLCULUK

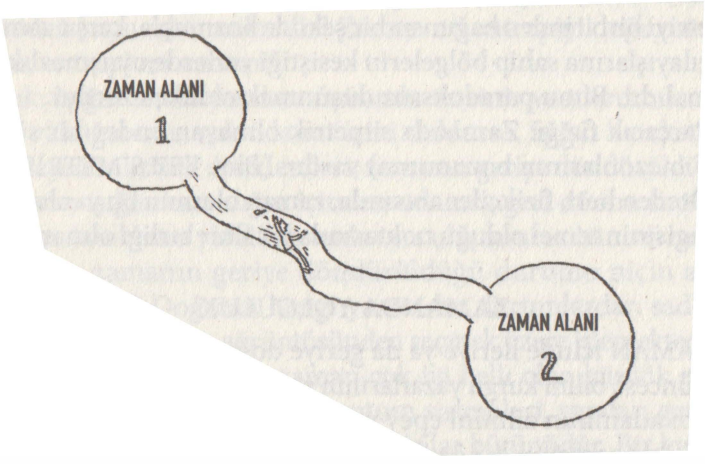
ZAMAN içinde ileriye ya da geriye doğru yolculuk edebilme düşüncesi, bilim kurgu yazarlarının merakını cezbetmiş ve birkaç bilim adamının zihnini epey meşgul edegelmiştir.

Fizikte zamanın bir özelliği, onun üç uzay boyutundan farksız bir boyut olmasıdır. O halde uzayda seyahat ettiğimiz gibi niçin zamanda da seyahat edemeyelim? Öte yandan geçmişe veya geleceğe yolculuk meselesi, çok farklı ve felsefi sorunlar doğurmaktadır.

Bilinen bilime göre, benim –bedenim ve bilincim– sadece gelecek zamana yolculuk etmem mümkündür. En basit düzeyde, bedenim dondurulup saklanabilir ve gelecekteki bir tarihte tekrar hayata döndürülebilir. Kaliforniya'daki bazı enstitüler henüz bir tedavisi olmayan ölümcül bir hastalık çekenlere bu hizmeti sunmaktadırlar. Başka –daha teorik– bir imkân da bir uzay gemisinin içinde yüksek hızda bir yolculuk yapabilirim. Döndüğümde önceki çağdaşlarımdan daha genç olacağımdır. (Bkz. İKİZLER PARADOKSU)

Geçmişe yolculuğa dair bazı felsefi sorunlar vardır. Bazı hayali örnekler huzursuz edici paradoksları ortaya çıkarmıştır. Düşünün ki ben geçmişe yolculuk ettim ve gelecekte büyük babam

olacak şahsı öldürdüm. O zaman ne babam ne de ben hiç var olmamışızdır. Bu durumda ben bu cinayeti yapamamışımdır. (Kendi kendisiyle çelişen bir mantığa sahip olan bu örnek, "Ben yalan söylüyorum" paradoksunu ve GÖDEL TEOREMİ'ni anımsatmaktadır.) Paradoksa mahal vermemek de ileri zihinsel jimnastik gerektiriyor; pek çok dünyanın mevcut olduğunu ve benim sadece gerçekliğin alternatif başka bir alanında cinayeti işlediğimi varsaymak gibi. (Bkz. ÖLÇÜM SORUNU)



GENEL İZAFİYET denklemleri, sınırlı kuramsal zaman yolculuklarına izin vermektedir. Ultramikroskopik bir ölçekte (Planck mesafesi, 10^{-33} santimetre, bir protonun büyüklüğünden pek çok kat küçüktür), HEİSENBERG BELİRSİZLİK İLKESİ, uzay-zamanın böyle iyice yerleşik kısmının düz ve belki sürekli de olmadığını ifade etmektedir. Uzay-zaman, dalgalı, köpüksü bir yapıya sahiptir. Küçük KARA DELİKLER sürekli oluşup kaybolmaktadır. Evrenimize başlangıçta göbek bağıyla (bir "kurt deliğiyle") bağlı olan yavru bir gezegen bizden ayrılabilir. Sonra kendi yolunda gidebilir. Ya da bir kurt deliği evrenimizdeki –birbirinden çok uzaktaki– iki uzay-zaman noktasını birleştirebilir.

Çabuk geçen bir zamanda yolculuk türü de kurt delikleri sayesinde mümkün görünmektedir ama onun pratikte bir faydası olmaz. Makroskopik bir cisim, bir kurt deliğinde bulunan enerjilerin varlığı altında ezilir. Her halü kârda o, kestirilemeyen

bir kadere sadece gidiş biletiyle yapılan bir yolculuk olacaktır. Zaman ve dolayısıyla zamanda yolculuk kavramlarımızın, Plank mesafesinde işlemediği sonucuna varmak daha gerçekçi olur.

GENEL İZAFİYET, makroskopik ölçekte bile başka zamanda yolculuk imkânları sunmaktadır. Örneğin, büyük bir kara deliğin merkezinde büyük bir kurt deliği olabilir ancak bu da kendisine giren büyük bir cismi muhtemelen yine ezecek ve yolcu macerasını anlatmak için asla geri dönemeyecektir. Biraz daha mümkün görünen şey, GENEL İZAFİYET'e göre, 1 ışık yılıdır dönen büyük ve ağır bir silindir, çevresindeki uzay-zamanın biçimini öylesine bozacaktır ki onun etrafında dolaşmak bir kişiyi zamanda geçmişe ya da geleceğe götürecektir. Pratikte bu, söz konusu olamaz. Ayrıca önceden sözünü ettiğimiz felsefi bir sorunu doğurmaktadır. Zamanda yolculuğun kuramsal olarak mümkün olabilmesi ve onun paradoksları GENEL İZAFİYET veya zamana dair düşüncelerimizle ilgili bazı varsayımlarımızın değişmesi gerektiğini göstermektedir. Bu aşamada hangisinin değişmesi gerektiği açık değildir.

ZAMAN

Uzun zaman önce Saint-Augustine, zamanın hem çok bilindik hem de hakkında düşünce üretmenin çok zor bir şey olduğunu söylemişti. O çeşitli anlam katmanlarına sahip zengin bir kavramdır. Salt bir randevu işareti olabileceği gibi bir akış ve değişim tecrübesi de olabilir. Hayatlarımızda zaman tersinmezdir ama fizik bunun niçin ve nasıl olduğunu söylemez. Onun anlamlarından en azından üçünü ayırt edip, onların doğurduğu bazı spekülatif sorunları tartışabiliriz.

ZİHİN-BEDEN SORUNU

Zihinlerimiz bedenlerimizle veya daha özele inersek beyinlerimizle nasıl bir ilişkiye sahiptir? Onlar, dualistlerin iddia ettiği gibi, farklı "maddeden" oluşan farklı yasalara uyan bütünüyle ayrı iki varlık mıdır? Yoksa zihin, materyalistlerin iddia ettiği gibi tamamen uyarılmış nöronlar ile kimyasal olarak ortaya çıkan beyin etkinliğine ve maddesine indirgenebilir mi? Veya zihin ve beden, tekçilerin iddia ettiği gibi hem zihinsel hem de

fiziksel özelliklere sahip derin, temel ve ortak bir yapının farklı tezahürleri midir?

Gözlemlerden ve tıbbi gerçeklerden öğrendiğimiz gibi zihin ve beden birbiriyle bağlantılıdır. Beyin hasarı ve beyni etkileyen kimyasal maddelerin kullanılması insanı bilinçsizliğe, ruh halinin değişmesine ve hatta kişilik değişimine sürükleyebilir. Bununla birlikte zihin ve beyin farklı özelliklere sahiptir. Beyin yaklaşık bir kilogram ağırlığında maddi bir varlıktır; gri, beyaz renktedir ve nöronlar ile diğer hücrelerden, nihayetinde atomlardan oluşur. Zihin bu maddi özelliklerin hiçbirisine sahip değildir, ama başka öznel özellikleri vardır. "Ben" kendimin ve "iç" hayatımın farkındayım. Renklerden, şekillerden, hazdan ve acıdan haberdarım. Belli varlıkları "bildiğimi" hissediyorum ve eylemlerimden sorumlu olduğumu düşünüyorum. Bu "Ben" nereden gelmektedir.

Zihin-beden sorunu, birbiriyle bağlantılı problemlerden ve bilinç, benlik, özgür irade, anlam, bilgi, zaman deneyimimiz vb hakkındaki felsefi meselelerden oluşan bir bütündür.

Dualizm zihin ile beden ve zihin ile beyin arasındaki farklılıkları vurgular. Hristiyanlığın ruh doktrini, zihin ve bedenin farklı nedensel özelliklere sahip olduğunu ve farklı kaynaklardan geldiğini savunur. Bu, zihin ve beynin nasıl birbirinden bu kadar bağımsız olabildiğini açıklama sorununu dualistlerin karşısına çıkarmaktadır. Dualistlerin savı, her zaman farklı verileri ve maddeleri birkaç genel teorem altında toplamaya çalışan bilimin ruhuyla pek uyuşmamaktadır. Kesinlikle daha derinlikli, birleştirici bir açıklamanın var olduğunu düşünmek dualistleri rahatsız eder. (Fizikçiler hala HER ŞEYİN TEOREMLERİ'ni keşfetmeyi ümit etmektedirler.)

Dualizme karşıt olan tekçilik, zihin ve bedeni tek bir maddeden oluşmuş olarak görür. Bu, materyalistlerin iddia ettiği gibi hareketsiz madde veya idealistler ve bazı Budistlerin iddia ettiği gibi saf akıl olabilir. Ya da o, hem fiziksel hem de ilk zihinsel özellikleri kapsayan üçüncü bir madde olabilir. Ortak, temel bir madde fikri ruhçulara (var olan her şeyin zihinsel özellikler içerdiğini savunanlara) esin vermiş ve Alfred North Whitehead'in düşüncesinin temelini oluşturmuştur. Şimdilerde

bu giderek popülerleşen ve genelde ZİHİNLE İLGİLİ KUANTUM TEOREMLERİ ile ilintili olarak ele alınan bir teoremdir.

Zihin ile beynin arasındaki ilişki sonuçta dini veya ruhsal muhteva içeren bilimsel bir meseledir. Bilim adamları, şimdi, beynin hangi kısımlarının bilinç, hafıza, özgür irade deneyimi vb hususlarla ilgilendiğini sorgulamakta ve araştırmaktadır. Onlar, zihinle ilgilenen bilim adamlarının iddia ettikleri gibi, bu yetilerin her birinin uyarılan nöronların belirli bir düzeniyle ilintili olma ihtimali üzerinde durmaktadırlar. Diğer bilim adamları, bilincin bambaşka bir beyin organizasyon ölçeğinden, örneğin moleküler veya kuantum ölçeğinden kaynaklanıp kaynaklanmadığını araştırmaktadır. Bilincin kökeni, anestetikler bilinç kaybına yol açtığında beynin hangi sistemlerinin bundan etkilendiğine bakılarak incelenebilir.

Bilinç ve onunla ilintili yetilerin beynin sinirsel etkinliğinden kaynaklandığı yönündeki çeşitli teoremler kavramsal açıdan en açık, bilimsel yollarla incelenmesi açısından ise en kolay olan teoremlerdir. Bu teoremler Douglas Hofsadter, Gerald Edelman (Bkz. SİNİRSEL DARWİNİZM) ve Francis Crick (Bkz. CRİCK HİPOTEZİ) gibi çağdaş bilim adamları tarafından desteklenmektedir. Bilinç etkinliğinin sinirsel açıklamaları, beyindeki kuantum veya kaos etkinliği gibi şaşırtıcı yeni kavramlara gerek duymamakla birlikte kendi içinde sorunlar taşımaktadır. Sinirsel etkinlik niçin öznel bir boyuta sahip olmalıdır? Nöronların öz bilinci nereden kaynaklanmaktadır? Salt sinirsel etkinliğiyle tarif edilen bir beyin, bir bilgisayar veya televizyondaki elektriksel etkinlikten hangi açıdan farklıdır? Bunların bilinçli olduğunu söyleyebilir miyiz?

Bilince dair sinirsel teoremlerin doğurduğu sorunlar, tüm zihin-beden sorunları kümesiyle ilintili derin felsefi problemlerdir. Eğer zihnimiz fizik yasalarıyla belirlenen, bütünüyle maddi beyinden kaynaklanıyorsa, insan serbest iradeye nasıl sahip olabilir eylemlerinden nasıl sorumlu tutulabilir? Eğer onunla ilintili sinirsel etkinlik milyarlarca nöron veya beynin her yerindeki pek çok sinirsel sistem arasında paylaşılmışsa, benliğin bilinci nasıl birleşik olabilmektedir? Bilinç maddeyle tam olarak nasıl bir ilişkiye sahiptir?

Çeşitli sinirsel teoremler sonuçta bu sorulara bilimsel cevaplar sağlasa da felsefi bir huzursuzlukla baş başa kalıyoruz. Onun sayesinde beyni –kütle, uzunluk, elektriksel etkinlik, vb varlıkları– anlayabildiğimiz, nesnel bilimsel paradigma ile onun sayesinde kendimizi –öz bilinç, olgusal uzay ve zaman, niyet, özgür irade vb– anlayabildiğimiz öznel paradigma arasında ciddi çatışma vardır. Bu iki paradigmanın tebeşir ile peynire benzediği son zamanlarda anlaşılmıştır. (Bkz. YAPAY Zekâ; İNSANCIL PSİKOLOJİ)

Paradigmalar bu şekilde çatışıyorsa, biri veya ikisinin yeniden düzenlenmesi gerektiği sonucu ortaya çıkar. Yeryüzü az veya çok düz gibi görünür ancak seyahat, gözlem ve bilimsel araştırmalardan elde edilen bilgi bununla uyuşmaz. Işık dalgaması özelliklere sahip görünür ama onun, içinde hiçbir şeyin "dalgalanmadığı" bir vakumdan geçebildiğini biliyoruz. Zihnin nesnel özünün hem zihinsel hem de fiziksel özellikler sergileyen bir kuantum sistemi olduğu veya beynin KARMAŞIKLIK ından kaynaklanan bir çeşit belirgin zihinsel etkinlik olduğu kabul edilirse, zihin-beden sorunuyla bağlantılı felsefi çatışmalar ortadan kalkar. Bu tür görüşler giderek daha popülerleşmektedir ancak daha çok bilimsel araştırmaya ihtiyaç vardır.

ZİHİNLE İLGİLİ KAOS TEOREMLERİ

Deneysel araştırmalar, bazı beyinsel fonksiyonlarda kaosun varlığını doğrulamaktadır. Determinizm ve indirgemecilikten uzak duracak, zihinle ilgili yeni fiziksel teorem bulmanın felsefi çekiliciliğiyle birlikte bu, kaos teoremlerini doğurmuştur. Bunlar felsefi açıdan ZİHİNLE İLGİLİ KUANTUM TEOREMLERİ'nden daha az heyecan vericidir ama şimdilik deneysel araştırmalarla desteklenen en iyi teoremlerdir.

Kaotik yapılar prensipte determinist fakat pratikte tahmin edilemezdirler ve her zaman da öyle kalırlar. Ayrıca bir çeşit HOLİZM veya zayıf BELİRİŞ sergilerler; karmaşıklıkları daha basit koşullara indirgenemez. Bu her iki özellik de insan davranışını hatırlatır ve zihnin daha indirgemeci, bilgisayarcı modellerinin, deneyimlerimizin zenginliğini açıklayamadığı yönündeki olağan eleştirilerden kurtulur. (Bkz. İNDİRGEMECİLİK)

Beyin faaliyetinin EEG kayıtlan, kaotik davranışın varlığını göstermektedir. Walter Freeman'in KOKU ALGISI üzerinde yaptığı çalışma, hiçbir koku olmadığı zaman, tavşanın koku soğanında kaotik elektriksel davranış olduğunu ortaya çıkarmıştır. Tavşan bildiği bir koku algıladığında bu, eşevreli elektriksel davranışa dönüşmektedir. Öte yandan, bu durum, kaotik etkinliğin bilincin temelinde yatmadığını gösterir çünkü bilinç bir arka plan durumu olarak eşevreli beyin faaliyetini gerektirir.

Beyindeki SİNİRSEL ŞEBEKELER'e dayalı, bağlantıcı düşünme modelleri genelde kaotik davranış şekilleri sergiler. (Bkz. BAĞLANTICILIK) Onların ÇEKENLERİ genelde garip çekenlerdir. Bu çekenler, bazı teorisyenleri, konsantrasyon, karar verme, insan davranışının çoğunlukla bilinen şekilleri veya durumlarının (kişilik türleri gibi) beynin kaosundan kaynaklanabileceğini düşünmeye itmiştir. Jung'un arketiplerinin garip çekenler olabileceği yönünde fikirler de ileri sürülmüştür. Zihinle ilgili hem kuantum teoremleri hem de kaos teoremleri, insan davranışı için daha bütüncül, daha az tahmin edilebilir fiziksel modeller sunmaktadır. Beyin gibi böylesine karmaşık bir şey söz konusu olduğundan, her iki model de beyin faaliyetinin farklı yanlarını doğru bir şekilde açıklıyor olabilir.

ZİHİNLE İLGİLİ KUANTUM TEOREMLERİ

Zihinle ilgili kuantum teoremleri esasen felsefi yönelimlerden doğmuştur ama bunların bilimsel bir yanı da vardır ve bilimsel araştırmanın gözde konusu haline gelmiştir. Bu teoremler felsefi açıdan çekicidir, zira bilişsel bilim için, faal zihinsel deneyimlerimize baskın mekanikçi teoremlerden daha fazla uygun düştüğü görünen yeni bir paradigma sunmaktadırlar.

Zihinle ilgili mekanikçi teoremler kaçınılmaz bir biçimde indirgemecidir. Zihinsel faaliyet beynin çalışmasına indirgenir ve beynin çalışması da bilgisayar modeliyle açıklanır. Bu "zihin makineleri"nin nasıl bilinçli olabildiğini, niyet ve özgür irade sergileyebildiğini, kesin bir deneyim birliğine sahip olduğunu anlamak güçtür. Kuantum teoremleri alternatif fiziksel bir teorem sunar, onları savunanların çoğu kuantum teoremlerinin söz konusu itirazları çözdüğüne inanmaktadır.

Zihinsel hayatın kuantum sistemlerinin özellikleriyle çok sayıda benzerlikler taşıdığı yönündeki ilk fikirler 1930'larda biyolog J.B.S. Haldane tarafından ortaya atılmış ve 1950'lerde David Bohm tarafından daha detaylı bir şekilde çerçevelendirilmiştir. Sonraları, Roger Penrose, Danah Zohar, Ian Marshall ve diğerlerinin çalışmalarıyla kuantum görüşü popülerlik kazanmıştır.

Newtoncu makineler sabittir, her koşulda aynı kalır. Hem kuantum gerçekliği hem de insan dilinin ve doğasının pek çok özelliği "şartlı" veya bağlama bağlıdır. Elektron bazı deneysel ortamlarda dalga gibi hareket ederken diğerlerinde parçacık gibi hareket eder. İnsanlar, farklı bağlantılar ve koşulların belirlediği değişik karakter özelliklerine sahiptir. Bir cümleyi kurarken yaptığımız vurgu ve bağlam onun anlamını etkiler.

Newtoncu fizik kesindir ve gerçeği(n) ve/veya vizyonunu vurgular. Oysa hem kuantum fiziği hem de insan imgelemi ince farklılıklara ve SÜPERPOZİSYONLAR'a izin verir. Genelde doğal olarak birbiriyle çelişen ve birinin diğeriyle en üstte yan yana durduğu, çeşitli olası gerçeklikleri içerirler. Her ikisi de bu olası gerçekliklerin geçerliliğini keşfederken "geleceğe doğru dokunaçlar" atar. Kuantum sistemleri bunu gelecek en kararlı enerji düzeyini sınayarak yaparken, insan imgelemi olası en iyi-gelecek yaşam senaryosunu sınayarak yapar.

Diğer pek çok bakımdan da Newtoncu fizik ve dolayısıyla bilgisayarcı zihin modelleri deneyimlerimizi açıklamada çok sınırlayıcı görünmektedir. Kuantum modelleri daha geniş bir bakış açısı sunmaktadır. Newtoncu determinizm özgür seçime yer bırakmazken, kuantum belirsizliği en azından ihtimali öne çıkarır. HEİSENBERG BELİRSİZLİK İLKESİ kuantum fizikçisinin bir kuantum sistemi hakkında ne kadar bilgiye sahip olabileceğini belirler ve insanların muğlak düşünceleri ile konsantrasyon arasında, bir sorunun sunduğu cevaplarla bir diğerinin sunduğu cevaplar arasında veya verimli olmak ile yaratıcı olmak arasında tercihte bulunmak zorunda kaldıklarında bir tür belirsizlik ilkesi devreye girer. Sanatsal yetenek, ahlaklılık ve ruhsallık gibi yüksek zihinsel yetenekler, salt sinirsel faaliyetin sonuçları olarak pek görünmemektedir. Zihinle ilgili kuantum modelleri, bunların, sinirsel faaliyete dayalı olarak beliren ama bununla

yeterince açıklanamayan olgular olduğunu ifade etmektedir. (Bkz. BELİRİŞ)

Zihnin bilgisayarcı modelleri Newtoncu ayrı parçalara –tek tek nöronların, nöron kümelerinin ve onların bağlantılarının etkinliğine– dayanır. Bunlar tüm beynin bilinçli ve algısal deneyimi nasıl birleştirdiğini açıklayamamaktadır. Beyinde aktif olan bir kuantum sistemi varsa, kuantum HOLİZM'i ve YEREL OLMAMA bu birliği açıklayabilir. Kuantum parçacık/dalga TAMAMLAYICILIK'ı, hem bireylerin hem de grupların eşit ölçüde nasıl önemli olabildiğini açıklamada daha geçerli sosyal ve psikolojik modeller sunmaktadır. Roger Penrose (Bkz. PENROSE VE HESAPLANAMAZLIK) bilgisayarcı modellerle değil de kuantum zihin modelleriyle açıklanabilen, insanın düşünme faaliyetinin hayati özelliklerinin –sezgi, içgörü, anlayış ve anlama bağlılık– bulunduğuna inanmaktadır.

Bir kuantum teoremi, bilimsel açıdan, beynin, belli zihinsel işlemlerin temelinde yatan büyük ölçekli, beden ısısı kuantum sistemini içermesini gerekli kılmaktadır. Sinirsel sinaptik etkinliğin, özellikle retinadaki, tekil kuantaya duyarlı olduğu bilinmektedir ama bu zihinsel faaliyetin birliğinin temelini oluşturmakta yeterli değildir. Süper iletkene veya lazer demetine benzeyen geniş ölçekli, koordinasyonlu bir sisteme ihtiyaç vardır. Bunlar BOSE-EİNSTEİN YOĞUNLAŞMASI'nın örnekleridir ve son zamanlarda yapılan bir araştırma, nöronların hücre altı bileşenlerini koordine edecek Bose-Einstein yoğunlaşmasının nasıl olabileceği üzerinde durmaktadır. Bazı kuramcılar, bunun nöronlardaki suyun içinde, diğerleri ise nöronların moleküler zarları içinde (Bkz. FRÖHLİCH SİSTEMLERİ) yoğunlaştığını öne sürmektedir. Diğer bazıları ise onun sinir hücrelerinin mikrotüpleri veya stoplazmik yapı içinde yoğunlaştığını belirtmektedir. (Bkz. NANOBİYOLOJİ) Mikrotüpler şimdilerde "sıcak" bir teoremdir çünkü anestetiklerin nöronun bu yanlarında etkili olduğu düşünülmektedir.

Dizin

A
Açık Düzen 279, 281
açık sistemler 65
açısal momentum 227
alan 15, 19, 23, 24, 31, 33, 42, 60, 61, 84, 94, 99, 114, 115, 118, 127, 131, 152, 157, 168, 183, 193, 196, 225, 226, 229, 230, 231, 232, 233, 248, 253, 277, 278, 285, 286, 293, 297, 302, 304, 305, 309, 317, 322, 323, 327, 332, 333, 343, 344, 345, 356, 357, 359, 365, 370, 373
algı 29, 49, 68, 101, 175, 183, 224, 278, 338, 378, 380
algoritma 112, 163, 188, 362
Anaximenes 33
anti madde 70, 71, 344, 345
aralıklılık 71, 260
Aristo 30, 33, 34, 35, 48, 54, 75, 231, 240, 266, 267, 302, 349
Astronomi 54
atomculuk 33, 73, 75, 93, 193
atomlar 23, 29, 42, 57, 59, 62, 70, 73, 74, 75, 94, 95, 144, 148, 153, 204, 228, 252, 253, 255, 317, 320, 321, 324, 332, 356

B
Babbage, Charles 361
bağlamsalcılık 79
baryonlar 261, 315, 345
basitlik 25, 29, 43, 302, 345, 360
Bateson, Gregory 278, 279
bayt 104
belirsizlik 88, 89, 90, 106, 174, 185, 190, 192, 247, 276, 302, 339, 390
Bell Teoremi 85
Berger, Hans 93
Bergson, Henri 43, 141
beta bozunması 145, 272, 273
bilgi 38, 50, 58, 60, 68, 69, 87, 88, 93, 94, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 111, 124, 137, 148, 157, 159, 177, 182, 183, 184, 185, 186, 190, 199, 200, 211, 214, 215, 223, 256, 330, 334, 340, 341, 345, 362, 386, 388
bilgisayarlar 112, 134, 135, 158, 217, 257, 259, 270, 278, 338, 339, 361, 367, 368, 370
bilgisayar tabanlı psikoloji 83, 101
bilinç 36, 51, 52, 70, 77, 78, 79, 81, 92, 106, 113, 136, 137, 138, 141, 160, 166, 178, 183, 189, 220,

223, 260, 288, 289, 294, 295, 296, 334, 336, 356, 358, 359, 362, 369, 380, 386, 387, 388, 389
bilişsel bilim 50, 104, 105, 113, 177, 389
bilişsel psikoloji 176, 177
biyolojide 102, 233, 240, 306
Blake, William 21
Bohm, David 85, 90, 131, 192, 241, 276, 279, 280, 281, 293, 306, 326, 390
Bohr, Niels 15, 233, 241, 242, 275, 299, 300, 346, 347
Boltzmann, Ludwig 204
bozonlar 59, 61, 95, 145, 146, 156, 168, 230, 313, 316, 324, 333
Bragg, William 346
Bütüncül Devinim 280, 326
Büyük Birleşik Teorem 57, 98, 345
Büyük Çeken 99
Büyük Patlama 58, 99, 100, 172, 173, 226, 252, 265, 274, 291, 333, 343
Büyük Sıkışma 55, 172, 207, 208

C-Ç
Carnot, Sadi 355, 356
Casimir etkisi 248, 306
Cepheid değişkenleri 304
Chomsky, Noam 127, 139, 140, 373
Church, Alonzo 111, 112
Church-Turing 111, 112
Clarke, Arthur C. 372
Conway, John 187, 188
Cooper çifti 95
Crick, Francis 67, 113, 114, 181, 387
çekenler 110, 216, 389
çift yarık deneyi 374

D
dalga/parçacık ikiliği 119, 276, 300, 375
Dalton, John 74, 252
Darwin, Charles 19, 122, 123, 124, 125, 179, 335, 336, 350
davranışçılık 195, 196, 203, 358
Demokritos 29, 32, 42, 73, 88, 193, 356
deneysel psikoloji 49, 378
denge 42, 68, 128, 147, 169, 208, 277, 284
Descartes, Renè 18, 36, 49, 78, 106, 278, 349
Determinizm 129, 388
dışarlama ilkesi 156, 300
Dikkat 136, 138
Dil 138, 139, 176, 310, 371
Dirac, Paul 95, 157, 230, 233, 313, 314, 324
Dirimselcilik 141, 142, 350
DNA 44, 67, 102, 113, 131, 132, 133, 134, 199, 200, 201, 240, 253, 265, 372
Doppler etkisi 99, 184
Drake, Frank 150
düşünme 15, 16, 17, 18, 20, 24, 28, 48, 49, 50, 51, 52, 71, 91, 92, 100, 104, 105, 111, 112, 127, 134, 135, 136, 140, 178, 180, 187, 205, 220, 267, 289, 302, 347, 362, 389, 391

E
Edelman, Gerald 187, 335, 336, 337, 387
eğilim yorumu 240
Einstein, Albert 15, 24, 27, 47, 53, 55, 81, 85, 86, 90, 94, 95, 96, 119, 121, 131, 152, 166, 170, 171, 205, 207, 208, 230, 233, 236,

248, 250, 255, 272, 283, 285, 286, 287, 302, 308, 313, 317, 321, 327, 345, 354, 391
elan vital 141
elektromanyetizma 31, 36, 37, 53, 261, 333
elektrozayıf kuvvet 59, 97, 333
empati 206
Empedokles 33, 34, 73, 266
Entropi 147, 148, 352, 381, 382
Epikür 32
eşevrelilik 152
evre 135, 144, 151
Evrim, Darwinci 61, 124, 278
Eylemsizlik Yasası 39, 267
eylemsiz referans sistemleri 302

F
faz geçişleri 60, 153
faz uzayı 110
felaket teoremi 16, 45, 154, 155
Fermi-Dirac istatistiği 313
fermiyonlar 59, 156, 230, 316, 323, 324
Feymann, Richard 236, 307
Fleischmann, Martin 312
formel hesaplama 112
fraktallar 165
Freeman, Walter 222, 389
Frege, Gottlob 179
Freud, Sigmund 19, 74, 78, 127, 130, 136, 202, 205, 294, 295, 296, 335, 336, 357, 378, 379, 380
Friedmann, Alexander 207
Fröhlich, Herbert 47, 96, 165, 166

G
Galaksiler 166, 167, 331
Gamow, George 99, 226
garip çeken 216
Gell-Mann, Murray 249
Genel İzafiyet 27, 171, 172, 208
genler 131, 132, 133, 199, 200, 201, 211
gerçeklik 18, 33, 36, 40, 80, 119, 122, 139, 190, 193, 206, 218, 240, 242, 248, 276, 279, 289, 290, 307, 308, 346, 379
geribildirim 71, 124, 125, 165, 173, 174, 175, 194, 214, 278, 281, 330, 341, 342, 367
Ghirardi, Giancarlo 277
Goldstone bozonları 333
Golgi, Camillo 50, 334
Gödel Teoremi 178, 179
Green, Michael 322
GRW teoremi 277
güçlü çekirdek kuvveti 59, 144, 244, 262, 308

H
hadronlar 57, 59, 316, 333
hareket yasaları 352
Hawking, Stephan 173, 213, 239, 292, 308, 309, 316
Hebb, Donald 187, 338
Hegel, G.W.F. 141, 193, 278
Heisenberg, Werner 16, 190, 231, 233, 292
Helmholtz, Hermann 142
Helyum 252, 321
Herakleitos 326, 356
Hilbert, David 179
Hipokrat 298
Hofsadter, Douglas 387
homeostasis 169, 170, 330
Hoyle, Fred 350

I-İ
iyonlaştırmayan ışıma 301
izafiyet teoremi 25, 106, 289, 345

J
James, William 36, 43, 113, 169, 177, 249, 336, 353, 357, 358, 378, 379, 380
Jones, Steven 312
Joule, James 353
Joyce, James 43, 249
Jung, Carl 294, 358, 359, 389

K
KAM teoremi 367
kara kutular 45, 214, 341
karanlık madde 264
karmaşıklık teoremi 25, 27, 216
Kauffman, Stuart 211, 212, 216, 217
kelebek etkisi 16
kendini gerçekleştirme 202, 203
Kepler, Johannes 17, 30, 54, 273
kimya 32, 36, 50, 74, 91, 197, 215, 253, 258, 277, 314, 326, 335
Klein-Gordon denklemi 230
Kosko, Bart 302
kuantum kütle çekimi 188, 292
Kuarklar 96, 97, 245, 256
Kuhn, thomas 26, 205, 206
kurt delikleri 384
Kusursuz Kozmolojik İlke 250
kütle çekimi 26, 36, 37, 53, 55, 57, 58, 60, 88, 96, 98, 152, 156, 168, 172, 188, 207, 210, 212, 214, 237, 238, 264, 292, 304, 316, 327, 343, 349, 364, 365, 366
kütle-enerji 170, 308

L
Lamarckçılık 254
Langer, Susanne 21
Laplace, Pierre-Simon 130, 210
Lazerler 255, 256
Lee Tsung-Dao 376
Leibniz, Gottfried 242
Lemaitre, Georges 208
Leptonlar 256
Leucippus 193
Lévi-Strauss, Claude 372
Locke, John 19, 36, 42, 48, 49, 74, 378
Lorentz-FitzGerald kısalması 286
Lorentz, Hendrik Antoon 286, 287
Lorenz, Edward 220, 221
Lovelock, James 169, 170
Lysenko, Trofim Denisovich 254

M
Mach, Ernst 204
Mandelbrot, Benoit 161, 162, 163, 259, 260
mantıksal atomculuk 75
Marshall, Ian 2, 3, 390
Marx, Karl 19
materyalizm 202
Maurice, Merleau-Ponty 81, 113
Maxwell, James Clerk 36, 37, 53, 122, 231, 382
McGinn, Colin 271
Meditasyon 260, 261
Mendeleyev, Dmitry 249
mezonlar 59, 156, 249, 308, 313
Michelson, Albert 24, 285
minimaks stratejisi 281
mitler 40, 48
mitokondri 133
momentum 32, 61, 91, 190, 219, 227, 234, 244, 267, 306, 308, 328, 329, 346, 364
Morgenstern, Oscar 281
Morley, Edward 24, 285
Moser, J. 366
muonlar 185

N
Nanobiyoloji 265, 334
negentropi 148
Newton, Isaac 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 30, 36, 39, 42, 43, 49, 51, 53, 55, 73, 74, 88, 89, 120, 130, 141, 152, 198, 210, 215, 234, 238, 240, 244, 250, 267, 274, 285, 286, 326, 327, 349, 352, 365, 366, 379
Nietzsche, Friedrich 21, 49, 180, 205, 287
Noether Teoremi 61, 327
nokta çekenler 110
noosfer 142, 350
nöronlar 50, 62, 82, 83, 84, 106, 182, 183, 269, 270, 334, 337, 385, 386
Nötrinolar 273

O-Ö
olay ufku 149, 212
Olbers, Wilhelm 273, 274
optik pompalama 255
optik yanılsamalar 176
öğrenme 125, 126, 178, 186, 296, 333, 336, 337, 338, 343, 370
Öklit 43, 46, 170, 171, 188
Örtük Düzen 279, 280, 281
öznel boyutu 103

P
Paradigma Kayması 26
Paralel işlem 83, 136, 362
Parçacık Fiziği 58
partonlar 245
Pavlov, Ivan P. 125, 130, 135, 378
Peano eğrisi 163
Penrose, Roger 112, 115, 180, 277, 288, 289, 364, 365, 390, 391
Penzias, Arno 226
Piaget, Jean 280, 373
Pinker, Steven 140
Pisagor 33
Planck dönemi 291, 292
Planck, Max 57, 63, 98, 120, 121, 189, 233, 290, 291, 292, 384
Platon 18, 29, 33, 34, 38, 48, 75, 78, 231, 266
plazma 57, 293, 294
Pons, Stanley 312
Prigogine, Ilya 129, 143, 219, 277, 279, 326
Psikiyatri 297
Psikodinamik 294
Psikolojik zaman 382
Psikoterapi 294, 296
pulsarlar 172, 184

R
radyoaktif bozunma 75, 145
radyo teleskopu 184
Ramon y Cajal 334
Reich, Wilhelm 294
Renk 97, 182
renk kuvveti 58, 59, 96, 97, 168, 245, 314, 315, 329, 333, 344
Rezonans 300, 301
Rimini, Alberto 277
RNA 131
Rogers, Carl 202
Romantik hareket 141
Romer, Ole Christensen 194
Rumford, Benjamin Thompson, Lord 353
Russell, Bertrand 349
Russell paradoksu 349

S-Ş
saçaklı mantık 302
saklı değişkenler teoremi 241
sanal geçişler 306

sanal parçacıklar 307, 308
Schrödinger dalga fonksiyonu 91, 117, 219, 319, 320
Schrödinger, Erwin 2, 3, 11, 12, 90, 91, 108, 116, 117, 118, 122, 191, 219, 230, 231, 233, 236, 240, 274, 275, 277, 290, 300, 319, 320, 347
Schwarz, John 322
Schwinger, Julian 230
Searle, John 114, 115, 141, 159
serbest irade 91
seri işlem 84, 135, 157, 295
Seyfert galaksileri 167
sezgi 176, 224, 391
Shannon, Claude 103
sibernetik 330
simetri 47, 60, 61, 97, 189, 316, 324, 325, 327, 329, 332, 333, 382
simetrinin bozulması 61, 332
sinirbilim 28, 47, 50, 101, 334, 335
sinirsel şebekeler 135, 337, 339
sinyal kavramı 237, 238
sistemler teoremi 45, 341, 342
Smith, Adam 19, 42, 74
Smoot, George 98, 264, 265
Snow, C.P.
355, 356
Sokrat 32, 33, 34
Solitonlar 309, 310
sonsuz (sürekli) simetri 60
Sperry, Roger 77
spin dalgaları 332, 333
süper iletkenler 31, 318
süpernovalar 57, 319
süper pozisyonlar 276, 319, 320
süper sıvılar 321
süper simetri 61, 316, 325
süperstring teoremi 323
süreç 56, 124, 132, 160, 255, 266, 278, 280, 291, 293, 297, 319, 325, 326, 333, 336, 381, 383
sürtünme 36, 39, 95, 110, 147, 152
Swift, Jonathan 259
Shapley, Harlow 303, 304

T
Tao Te Ching 207
teleoloji 349, 350
teleskoplar 56, 184, 303
termodinamik 32, 37, 263, 352, 354
Thales 33
Turing, Alan 111, 112, 360, 361, 362, 363
Turing makineleri 360

U-Ü
Ulam, Stanislaw 188, 369, 372
uzay 23, 24, 36, 43, 46, 55, 57, 85, 87, 98, 99, 108, 116, 120, 152, 167, 168, 170, 171, 172, 174, 184, 188, 191, 196, 205, 206, 207, 213, 226, 237, 238, 239, 241, 243, 265, 279, 284, 285, 286, 287, 290, 291, 292, 310, 314, 316, 319, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 345, 363, 364, 367, 374, 383, 384, 385, 388
uzman sistemler 368

V
Veneziano, Gabriele 322
virüsler 70, 133
von Neumann, John 281, 369, 371, 372

W
Waddington, C.H. 330
Watson, James 113, 125, 126
Watson, J.B.

113, 125, 126
Watts, Alan 106
Weber, Tullio 277
Weiskrantz, Larry 223
Whitehead, Alfred North 231, 326, 386
Wigner, Eugene 220, 275, 276
Wilkins, Maurice 113
Wilson, E.O. 226, 310
Wilson, Robert 226, 310
Witten, Ed 323
Wittgenstein, Ludwig 43, 75, 180, 205
Wöhler, Friedrich 142
Wundt, Wilhelm 378

X-Y
X parçacıkları 97
Yang Chen Ning 376
yapay hayat 369
yapay zekâ 28, 101, 112, 140, 368, 369
yapı 23, 28, 29, 32, 33, 38, 43, 50, 61, 93, 102, 103, 123, 138, 141, 153, 176, 192, 209, 215, 219, 240, 252, 264, 265, 270, 284, 300, 319, 327, 336, 340, 355, 373, 391
yapısalcılık 372, 373
Yerel olmama 373
Yıldızlar 39, 52, 53, 70, 167, 208, 319, 376
Yukawa, Hideki 262
Z
Zayıf Antropik İlke 69
Zayıf çekirdek kuvveti 63
zeki hayat 149
zihin-beden sorunu 68
Zweig, George 249



Schrödinger'in kedisi yeni fiziğin maskotudur. Kuantum teorisyeni Erwin Schrödinger tarafından kuantum gerçekliğiyle bağlantılı imkânsız görünen bazı bilmeceleri açıklamak için ortaya atılınca, 20. yüzyıl biliminin "hayrete düşüren" bir sembolü oldu.

Schrödinger'in kedisi ışık geçirmeyen bir kutu içinde yaşar. Onun kutunun içinde ne yaptığını görememiz hikâyenin bir parçasıdır. İçeride kediyle birlikte, onun sağlıklı besinle mi yoksa zehirle mi beslendiğini belirleyen, radyoaktif bir maddenin gelişigüzel bozunması ile çalışan şeytani bir araç vardır. Bozunan parçacık, araçtaki bir elektrik düğmesine çarptığında kedi zehirleniyor, diğer düğmeye çarptığında ise yiyecek elde ediyor.

Sağduyunun günlük dünyasında ve eski fizikte bu ya da şu düğme çalışır ve kedi ya yiyecek ya da zehir yer; sonuçta ya ölür ya da canlı kalır. Fakat Schrödinger'in kedisi kuantum kedisidir; bu yüzden işler onun için böyle yürümez. Kuantum dünyasında, tüm ihtimaller –hatta doğal olarak çelişenler bile– bir arada var olur ve kendine özgü bir gerçekliğe sahiptir. Bu bir arada olabilen kuantum ihtimalleri Schrödinger'in kedisinin aynı anda hem zehirle hem de yiyecekle beslenmesini mümkün kılmaktadır. Sonuçta o, aynı anda hem ölü hem de canlıdır. Her iki ihtimal de birlikte var olur.

***

Kim Korkar Schrödinger'in Kedisinden? kuantum mekaniğinin kaos ve karmaşa teorisini, görelilik, yeni zihin teorileri ve kozmoloji gibi temel meselelerini herkesin anlayacağı bir dille anlatan nefis bir kitap... Kendimizi, zihinlerimizi ve daha geniş bir düzlemde şeyler arasındaki yerimizi kavramaya davet eden bu çalışma sağduyunun ötesine uzanan dünyalara işaret ederken yeni düşünme biçimleri üzerinde ısrar ediyor...